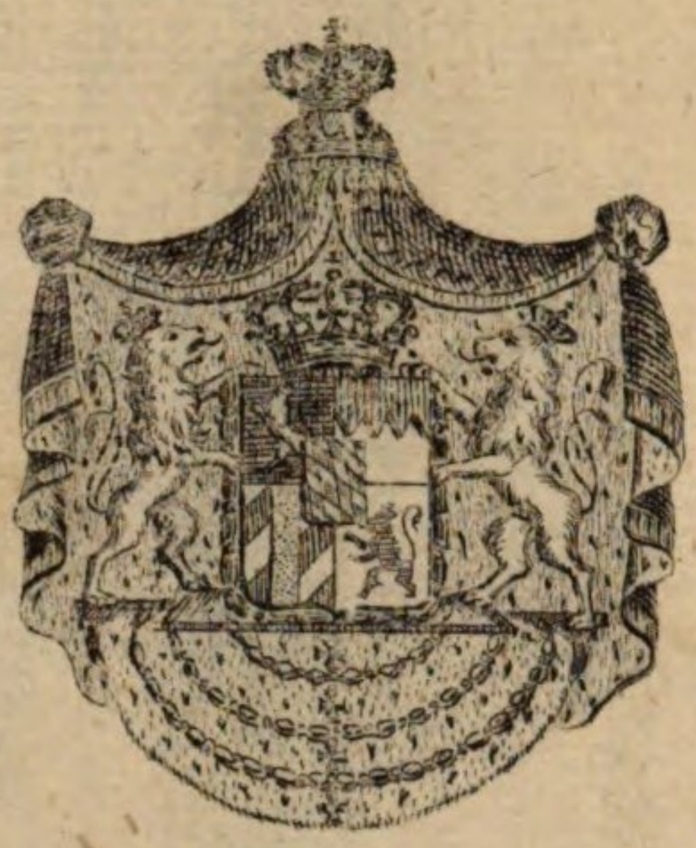
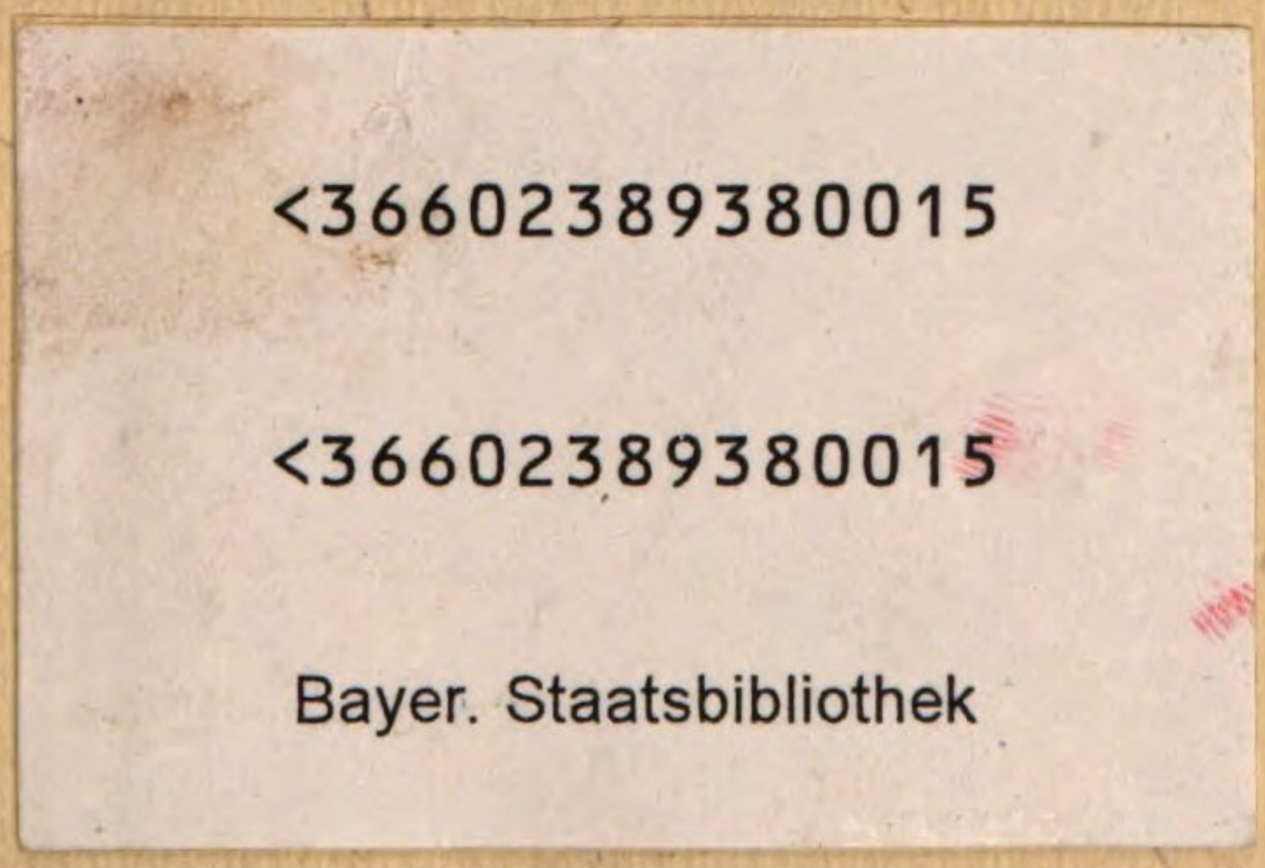
Ph. Do. 910 c



BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Xerokopieren
rischen Grün
Nur im Lese


<36602389380015
<36602389380015
Bayer. Staatsbibliothek

PALEY'S

natürliche Theologie

mit

Bemerkungen und Zusätzen

von

Lord Brougham

und

Sir Charles Bell,

Professor zu Edinburgh.

In deutscher Bearbeitung

herausgegeben

von

Dr. H. Hauff.

Mit 25 Holzschnitten.

Stuttgart und Tübingen,

Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1837.

232. D.

Ph. pr. 310 c

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

1837.
B 12

Vorwort

des deutschen Herausgebers.

In der höhern wissenschaftlichen Auffassung der Natur vermögen wir die, in anderer Beziehung, namentlich im poetischen Gefühl uns so nahe stehenden Engländer kaum als unsere Stammgenossen zu erkennen. Deutsche Naturphilosophie ist ein ganz anderes Ding, als was der Engländer natural philosophy nennt. Der uns inwohnende, durch so manche wunderliche und erhabene Geistesschöpfungen beurkundete Trieb, die Natur in letzter Instanz poetisch zu construiren, fehlt dem sonst so poetischen Inselvolk fast ganz, oder er ist doch durch seine historische Entwicklung in ihm zurückgedrängt worden. Einerseits faßt der Engländer die Naturwissenschaften rein praktisch auf, mit Rücksicht auf die der Natur abzugewinnenden Vortheile für Künste und Gewerbe, andernseits bleibt seine Philosophie im Kreise der Theologie, auf teleologisch-dogmatischem Standpunkt stehen. Durch die starren Formen der öffentlichen Erziehung, so wie durch den Umstand, daß die behagliche Muße des höhern Clerus dem Naturstudium viele Proselyten zuführt, und wirklich England von jeher unter seinen bedeutendsten Naturforschern

sehr viele Geistliche der Hochkirche zählte, mag die Emancipation der Philosophie von der Theologie verhindert worden seyn. Dem Deutschen muß in dieser Beziehung der Standpunkt des Engländers ein beschränkter erscheinen, und unter diesen Umständen müßte ich eigentlich die deutsche Philosophie um Vergebung bitten, daß ich eine jener Abhandlungen über natürliche Theologie einführe, deren mühseligen Argumente und rhetorischen Theodiceen wir längst hinter uns zu haben meinen, und deren vielseitig bewiesener Gott uns anthropomorphistischer erscheint, als der, den wir speculativ selbst machen. Aber ich will auch nicht die englische Philosophie empfehlen, sondern ich appellire mit Paleys Buch einfach an das gemeine Bewußtseyn des nicht philosophischen Lesers, der bei Betrachtung der organischen Schöpfung mit Freude und Genuß, und als wirksamstes Mittel der geistigen Bildung, seinen eigenen Verstand in den Werken der Natur findet.

Des Archidiakonus William Paley Natural Theology ist ein von den praktischen Philosophen und Naturforschern Englands hochgeschätztes Werk und das unerreichte Muster mancher ähnlichen Abhandlungen. Das Buch erschien im Jahr 1802 und hatte 1804 bereits sieben Auflagen erlebt. Der Verfasser starb 1805. Pictet in Genf gab 1804 (neu aufgelegt 1817) eine sehr freie Uebertragung des Werks, in welcher der eigentliche Charakter desselben nach französischer Weise fast ganz verwischt ist. Im vorigen Jahre erschien nun zu London eine neue Auflage mit sehr reichhaltigen Bemerkungen und Zusätzen vom Lord-Kanzler Brougham und dem in anderer Sphäre nicht minder berühmten Physiologen

und Chirurgen Karl Bell, dem die Wissenschaft manche wichtige Entdeckung verdankt. Durch die Bemerkungen wird der Text nach dem gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft berichtigt, und durch Bells einen Anhang bildende, geistreiche und äußerst anregende Skizzen von mehreren Einzelnheiten der organischen Bildung hat das Buch sehr an Werth gewonnen und ist nicht bloß dem Lernenden interessant geworden.

Paley hat auf seinem Standpunkte einen eigenthümlichen Plan meisterhaft ausgeführt. Seine Darstellung ist streng logisch; eingedenk seines Grundsatzes, zum Verstand der Leser, nicht zu ihrer Einbildungskraft zu sprechen, verschmäht er den Schmuck der Rede und geht der Begeisterung aus dem Wege. Blendet er somit weder durch die Rhetorik eines Buffon, noch durch die poetische Färbung deutscher Naturbeschreiber, so versteht er dagegen die Kunst, den Leser, der sich einmal mit seiner Form befreundet hat, immer mehr anzuziehen und bis zum Ende festzuhalten.

Es wird nicht leicht ein Buch geben, das geeigneter wäre, die Lust zum Studium der Naturgeschichte, namentlich des uns zunächst liegenden Gebiets derselben, der Naturgeschichte der Thiere, zu wecken und zu beleben. Ganz besonders aber bringt es demjenigen, der bisher glaubte, seine Kenntniß von der Thierwelt mit der Klassifikation nach den Umrissen der Gestalten und mit der allgemeinen Geschichte der Triebe dilettantisch abschließen zu können, auf eben so schlichte als eindringliche Weise die Ueberzeugung bei, daß solche Kenntniß eine höchst dürftige und unfruchtbare ist, daß die Thierreihe in ihrer Mannichfaltigkeit erst durch die Gesetze des innern Baus

ihre wahre Bedeutung, und die Naturgeschichte erst durch das Studium jener Gesetze ihren eigentlichen Reiz und Werth als Geistesgymnastik erhält. Namentlich der reiferen Jugend, welche sich bereits mit der allgemeinen Nomenclatur des Thierreichs bekannt gemacht hat, möchte das Buch als Anregung und Einleitung zu umfassenderen Studien zu empfehlen seyn. Die Aussicht, auf diese Weise dem gegenwärtig allgemein erwachten Triebe zu Naturstudien Nahrung zu geben, hat auch allein zur deutschen Bearbeitung veranlaßt. Unbedenklich konnten daher auch die Kapitel des Textes wegbleiben, welche mit diesem Zwecke nichts zu schaffen hatten; hieher gehören: die Abhandlung über Astronomie — wir haben in dieser Beziehung Ansprechenderes und Neueres — und die Abtheilungen, worin das Uebel und die Eigenschaften der Gottheit dogmatisch besprochen werden. Das Ganze erhielt dabei doch die gehörige Abrundung. Bei dem, was gegeben wurde, glaubte ich die eigenthümliche Form so wenig als möglich verwischen lassen zu dürfen: geht auch der Verfasser, nach der Sitte seiner Landsleute, über die Grenzen hinaus, welche unser Kant der teleologischen Betrachtung anweist, wenn sie nicht vielmehr in die Natur hinein, als aus ihr herauserklären will, so wird dies keinen Leser in seinem Fluge zu den Höhen deutscher Metaphysik zurückbringen, und was vortrefflich am Buche ist, wird sich allen Modificationen deutscher Auffassungsweise von selbst fügen.

Stuttgart, den 22. Merz 1837.

Vorwort

der englischen Herausgeber.

Paleys mit vollem Rechte so hoch geachtetes Werk zu erläutern, war offenbar keine leichte Aufgabe. Wie er dasselbe angelegt hatte, konnte kein Gegenstand vollständig, erschöpfend behandelt werden: das Auge, das Ohr, die Zähne und so viele andere Organe mußten gelegentlich und wiederholt in verschiedenen Kapiteln aufgeführt werden, das einemal z. B. wo es sich davon handelte, darzuthun, wie in der einen Bildungsperiode des Körpers bereits Vorkehrungen für eine spätere getroffen sind, ein andermal, wenn ausgeführt wurde, wie die Organe in Rapport miteinander stehen, oder wie das eine das andere ersetzt. Dem Zwecke des Verfassers entsprach dieser Plan vollkommen, und die Zeit und die öffentliche Meinung haben ihm auch Recht gegeben. Um nicht den Text zu sehr mit Anmerkungen zu überladen, haben wir eine Anzahl von Aufsätzen, die zur Erläuterung verschiedener Parthien des Textes dienen sollen, in einem besondern Anhang zusammengestellt; der Leser kann auf diese Weise bequemer die Gegenstände wählen, über die er sich weiter zu belehren wünscht.

Inhalts-Verzeichniß.

Kapitel I.

Begründung des Beweises.

Die Uhr, 2. — Acht Fälle, 3—12.

Kapitel II.

Fortsetzung.

Kapitel III.

Anwendung des Beweises.

Das Auge und das Fernrohr, 14. — Licht — Abstand, 21. — Das Vogelauge, 23. — Das Fischauge, 24. — Kleinheit des Bilds im Auge, 26. — Augenhöhle, Augbrauen, Auglied, Thränen, 42. — Nickhaut, 29. — Warum bedarf es künstlicher Vorrichtungen? 30. — Das Ohr, 33.

Kapitel IV.

Von der Fortpflanzung der Gewächse und Thiere.

Pflanzen, 39. — Eierlegende Thiere, 40. — Lebendiggebärende und vernünftige Geschöpfe, 41. — Beispiel vom Gärtner, 42.

Kapitel V.

Fortsetzung.

Wiederholung des in Kapitel I. Gesagten, 45. — Ueberflüssige Theile, 46. — Atheistischer Einwurf, 48. — Das Verhältniß zwischen dem Besitz eines Organs und seinem Gebrauch, 50. — Das Prinzip der Ordnung, 53. — Unsere Unwissenheit, 54.

Kapitel VII.*

Mechanisches und Unmechanisches am Thier- und Pflanzenkörper.

Der Bereich unseres Wissens, 57. — Der chemische Prozeß im Körper, 61. — Die Absonderung, 62.

Kapitel VIII.

Von den mechanischen Vorrichtungen im menschlichen Körper.

Von den Knochen, 68. — Die Halswirbel, ib. — Der Vorderarm, 70. — Der Rückgrat, 72. — Der Brustkasten, 79. — Die Kniescheibe, 80. — Das Schulterblatt, 81. — Die Gelenke, 82. — Das Knie, 85. — Das Knöchelgelenk, ib. — Das Schultergelenk, 86. — Verlauf der Gefäße und Nerven an den Gelenken, 87. — Knorpel, 88. Lose Knorpel, 89. — Gelenkschmiere, 90. — Dauerhaftigkeit der Gelenke, 90. — Unbewegliche Gelenke, 91.

Kapitel IX.

Von den Muskeln.

Ihr Bezug zu den Gelenken, 93. — Antagonisten, 95. — Sie sind zusammengelagert, ohne daß der eine den andern in seiner Verrichtung stört, 97. — Es bedarf Muskelthätigkeit an Stellen, wo die Anwesenheit des Muskels Uebelstände erzeugte, ib. — Mannichfache Bildung der Muskeln, 98. — Wie viel im Körper zum gesunden Zustand zusammenwirken muß, 99. — Mannichfaltigkeit, Schnelligkeit und Genauigkeit der Muskelbewegung, 100. — Die Zunge, ib. — Der Mund, 101. — Die Nase, 103. — Musik — Schreiben, 104. — Schließmuskeln, 105. — Combinirte Muskelthätigkeit, ib. — Die kleinen Muskeln der Iris und der Trommelhöhle, ib. — Mechanischer Nachtheil, 106. — Einzelne merkwürdige Muskeln, 107. — Der Abwärtszieher des Unterkiefers, ib. — Durchbohrte Sehnen, 108. — Das Band am Knöchelgelenk, ib. — Widerlegung der Theorie vom Bildungstrieb, 109. — Warum der Mechanismus des Körpers nicht mehr auffällt, ib. — Citat aus Steno, 110.

Kapitel X.

Von den Gefäßen des thierischen Körpers.

I. Der Blutumlauf, 112. — Anordnung der Blutgefäße, 113. — Arterien und Venen, ib. — II. Das Herz im Verhältniß zum Blut 114.

---

* Die Nummer VI. ist irrthümlich ausgefallen.

Das Herz im Verhältniß zur Lunge, 116. — Klappen des Herzens, 120. Unwillkührlichkeit der Funktion des Herzens, 124. Herzbeutel, 125. III. Ernährungssystem, 126. — Durchgang der Speisen durch den Magen in den Darmkanal, ib. — Der Weg des Milchsaftes durch die Milchgefäße und den Brustgang in das Blut, 127. — Länge der Eingeweide, 128. — Peristaltische Bewegung, ib. — Feinheit der Milchgefäße, ib. — Klappen des Brustgangs, 129. — Einmündung desselben in die linke Halsvene, ib. — Verdauung, 130. — IV. Gallenblase, 132. — Schiefe Einmündung des Gallengangs in den Darm, 133. — V. Ohrspeicheldrüse, 134. — VI. Kehlkopf, 134. — Kehldeckel, Luftröhre, 135. — Knorpelringe der Luftröhre, 136. — Empfindlichkeit der Luftröhre, ib. — Die Luftröhre als musikalisches Instrument, 137. — Was dazu gehört, um die Hand zum Kopf zu führen, 138.

Kapitel XI.

Der thierische Körper als ein geschlossenes Ganzes.

I. Uebereinstimmung beider Seiten des Körpers, 140. — Die einzelnen Glieder sind nicht symmetrisch gebaut, 141. — Ebensowenig die Eingeweide, 142. — Ebensowenig die Gefäße, 143. — II. Verpackung, 143. — Herz, 143. — Lunge, ib. — Leber, ib. — Blase, ib. — Nieren, 146. — Bauchspeicheldrüse, ib. — Milz, ib. — Netz, ib. Scheidewände des Gehirns, ib. — Gekröse, 147. — III. Schönheit, 148. — Bei Thieren, ib. — Bei Pflanzen, 149. — Gibt es angebornen Schönheitssinn? 150. — IV. Hautbedeckung, 151. — V. Das Stehen, 152. VI. Ausnahmen von der Einheit der Bildung, 155. — Knochenhaut der Zähne, 156. — Nägel, ib. — Festes Gehäuse des Gehirns, ib.

Kapitel XII.

Vergleichende Anatomie.

I. Bedeckung der Thiere, 160. — Des Menschen, ib. — Der Vögel, 161. — Dunkelfarbiger Flaum, 165. — II. Der thierische Mund, 166. Der Vogelschnabel, ib. — Gezahnte Schnäbel, 168. — Verwandtschaft der Mundformen, 169. — III. Darmkanal der Thiere, 171. — Länge des Darmkanals, ib. — IV. Knochen der Thiere, 172. — Vogelknochen, ib. — V. Lungen der Thiere, 172. — VI. Das Eierlegen der Vögel, 173. — VII. Bewegungsorgane, ib. — Flügel, 174. — Flossen, 175. — Schwimmfüße, 179. — VIII. Sinne der Thiere, ib.

Kapitel XIII.

Eigenthümliche Organisationen.

Haarwachs der Säugethiere, 182. — Fett zum Putzen des Gefieders, 183. — Schwimmblase der Fische, 184. — Giftzahn der Viper, 186.

Sack der Beutelthiere, 187. — Klaue des Reihers, ib. — Magen des Kameels, 188. — Zunge des Spechts, 189.

Kapitel XIV.

Vorsorge.

Zähne, 192. — Milch, 194. — Auge des Foetus, 195. — Lunge des Foetus, 196. — Foramen ovale, 197.

Kapitel XV.

Nexus.

Ernährungssystem, 200. — Nieren, Harnleiter und Blase, 203. — Geschlechter, 204. — Brustwarze und Mund, ib. — Eigenthümliche Fälle, ib. — Der Schwan, 205. — Der Maulwurf, 206.

Kapitel XVI.

Ersatz.

Der Rüssel des Elephanten, 209. — Der Flügelhaken der Fledermaus, 211. — Der Hals der Stelzenläufer, ib. — Der Papageienschnabel, 212. — Das Spinnennetz, 215. — Die Insektenaugen, 214. — Auglied des Chamäleons, 215. — Darmkanal des Alopecias, ib. — Schnecken, Muscheln, Krebse, 216. — Faulthier, 218. — Schaf, ib. — Allgemeinere Beispiele von Ersatz, 218. — Mangel der Vorderzähne, ib. — Wiederkäuen, 219. — Fleischmagen der Vögel, 220. — Reptilien, 222.

Kapitel XVII.

Der Nexus zwischen dem lebenden Körper und der unbelebten Natur.

Flügel und Flossen — Luft und Wasser, 225. — Verhältniß des Ohrs zur Luft, ib. — des Stimmorgans, der Stimme und des Athmens zur Luft, 226. — des Auges zum Licht, ib. — der Größe der Thiere zur umgebenden Natur, 227. — der Bewohner des Landes und der See zu ihren Elementen, ib. — des Schlafs zur Nacht, 228.

Kapitel XVIII.

Instinkte.

Das Brüten der Eier, 233. — Das Eierlegen der Insekten, 239.

Kapitel XIX.

Von den Insekten.

Flügeldecken der Käfer, 251. — Legstacheln, 253. — Stacheln, 254. — Rüssel, 255. — Metamorphose der Insekten, 258. — Sorge der Insekten für ihre Eier, 259. — Spezielle Bemerkungen, 260. — Der Faden des Seidenwurms und der Spinne, ib. — Wachs und Honig der Bienen, 261. — Zange des Genus panorpa, 263. — Bürsten, ib. — Glühwurm, 264. — Bewegung der Larve der Stechfliegen, 265. — Fliegender Sommer, 266. — Schaalthiere, 267. — Schnecken, ib. — Zweischaalige Muscheln, 268. — Krebsschaale, ib. — Mannichfaltigkeit der Insekten, 269.

Kapitel XX.

Von den Pflanzen.

Erhaltung, Zeitigung, Ausstreuung des Samens, 273. — Keimung, 281. — Ranken, 282. — Eigenthümliche Gewächse, 284. — Vallisneria, ib. — Cuscuta Europæa, 285. — Mistel, ib. — Zeitlose, 286. — Dionæa muscipula, 287.

Kapitel XXI.

Die Elemente.

I. Luft, 289. — Reflexion des Lichts, 290. — Verdunstung, ib. — Reinigung der Luft, 291. — II. Wasser, 293. — Reinheit, ib. — Geschmacklosigkeit, 294. — Kreislauf, ib. — III. Feuer, ib. — Auflösende Kraft, ib. — IV. Licht, 295. — Schnelligkeit, ib. — Feinheit, 296.

Kapitel XXII.

Die Güte Gottes.

Organe und Vermögen der Thiere, 297. — Wohlbehagen der Thiere, 298. — Jugend und Alter, 300. — Mannichfache Genüsse der Thiere, 302. — Ursachen unserer Gleichgültigkeit, 303. — Scheinbare Ausnahmen, 304. — Giftige Thiere, 306. — Raubthiere, 307. — Der Geschmack, 314. — Sinnlicher Genuß überhaupt, 316. — Eigenthum. 318.

Kapitel XXIII.

Schluß.

Anhang.

I. Allgemeines über den Mechanismus des Körpergerüstes, 329.
II. Von der mechanischen Kunst im Bau des thierischen Körpers, 334.
III. Von der mechanischen Kunst im Bau der Schädelknochen und ihrer Verbindungen, 348.
IV. Von den Gelenken, 354.
V. Vom Rückgrat, 357.
VI. Vom Brustkasten und dem Mechanismus des Athmens, 365.
VII. Fortsetzung. Capazität der Brusthöhle und Verhalten derselben während körperlicher Bewegung, 373.
VIII. Das Verhältniß des Vogelkörpers zur Atmosphäre, 377.
IX. Von der Umwälzung des Eidotters, 381.
X. Von den Zähnen der Thiere. Ihr Mechanismus, 383.
XI. Fortsetzung. Bildung und Wachsthum der Zähne, 397.
XII. Vom Mund, 396.
XIII. Vom Hunger und Durst, 403.
XIV. Der Magen des Pferdes, 406.
XV. Vom Fleischmagen, 408.
XVI. Von den Lichtstrahlen, ihrer Brechung und Reflexion, 412.
XVII. Vergleichung des Auges mit optischen Werkzeugen, 416.
XVIII. Von den Schutzmitteln des Auges, 422.
XIX. Die Bewegungen des Augapfels und der Auglieder, 427.
XX. Von den Verrichtungen der Theile des Ohrs, 434.
XXI. Vom Blutumlauf, 443.
XXII. Von den Blutadern, 446.
XXIII. Von den Arterien, 450.
XXIV. Mikroskopische Erscheinungen am thierischen Körper, 455.
XXV. Vom Leben, 459.

Erstes Kapitel.

Begründung des Beweises.

Ich ging einst über eine Haide, und stieß meinen Fuß an einen Stein. Da war mir's, als fragte mich Jemand, wie der Stein hieher komme? Ich weiß nicht anders, als daß er von jeher da gelegen, gab ich zur Antwort, und dachte, es sollte dem Frager nicht leicht werden, mir zu beweisen, daß ich etwas Widersinniges gesagt habe.* Setze

* Auf dem Standpunkt des Verfassers ist dieses Argument ganz natürlich. Aber in der letzten Zeit hat sich auch der Gedankenkreis des gerade nicht wissenschaftlich gebildeten Lesers bedeutend erweitert, und es gibt wohl wenige, die sich noch nie gefragt hätten: „wie der Stein hieher gekommen?“ Die Veränderungen, welche die Oberfläche der Erde erlitten, und die allmählige Bildung ihres gegenwärtigen Zustandes sind Fragen von hohem, allgemeinem Interesse geworden, und schwerlich glaubt noch ein Mensch, daß der Stein da, wo er eben liegt, auch gebildet worden sey. Hebt er ihn auf, so bemerkt er, daß er gleich einem Bachkiesel abgerundet ist, daß die Unebenheiten seiner Oberfläche abgeschliffen sind, weil ihn das Wasser weit fortgeführt, er zerschlägt ihn wohl auch, sieht nach seinem Bruch, und wirft einen Blick auf die umgebenden Anhöhen, um zu sehen, wo er etwa abgebrochen, oder von welcher entferntern Gegend er hieher geschwemmt seyn mag; er faßt den Ort, wo er steht, hinsichtlich seiner Erhebung über der See oder über sonstigen Gewässern ins Auge, und unter diesen Betrachtungen drängt sich ihm die Ueberzeugung auf, daß die Oberfläche des Erdballs ungeheure Umwälzungen erlitten habe.

Solche natürliche Betrachtungen müssen einen verständigen Mann veranlassen, sich in den interessanten Werken, die in neuester Zeit über Geologie erschienen sind, nach weiterer Belehrung umzusehen. Er wird aus ihnen die Ueberzeugung schöpfen, daß der herrliche

ich aber den Fall, ich hätte eine Uhr auf dem Boden gefunden, und würde gefragt, wie die Uhr hieher komme, so würde ich mich sehr bedenken, die vorhin gegebene Antwort — ich wisse nicht anders, als daß sie von jeher da gelegen — nochmals zu geben. Aber warum gilt diese Antwort nicht eben so gut für die Uhr als für den Stein? Aus keinem andern Grunde, als aus dem folgenden. Wenn wir eine Uhr untersuchen, so bemerken wir, (was wir an dem Stein nicht wahrnehmen konnten) daß ihre verschiedenen Theile um eines Zweckes willen so und nicht anders geformt und zusammengesetzt sind, daß sie so einander angepaßt erscheinen, um Bewegung hervorzubringen, und daß diese Bewegung so geregelt ist, daß sie die Stunden des Tages anzeigt.

Es kann uns nicht entgehen, daß, wenn die verschiedenen Theile anders gestaltet wären, als sie es wirklich sind, wenn sie etwa eine andere als ihre gegenwärtige Größe hätten, auf andere Weise, oder in einer andern Ordnung zusammengefügt wären, entweder gar keine Bewegung in der Maschine hervorgebracht worden wäre, oder wenigstens keine solche, die dem nunmehr erreichten Zweck entsprochen hätte. Zählen wir einmal einige der bekanntesten dieser Theile und ihre Verrichtungen auf. Wir bemerken zuerst eine cylindrische Kapsel, innerhalb welcher sich eine aufgerollte elastische Springfeder befindet, die durch ihr Bestreben, auseinanderzufahren, die Kapsel um ihre eigene Axe dreht. Nächstdem

---

Schauplatz, der sich überall vor ihm aufthut, des Menschen trefflich bereiteter Wohnsitz, ein erst durch viele, in unberechenbar langen Zeiträumen erfolgte Umwälzungen hervorgebrachter Zustand der Erde ist, und daß die Abwechslung von Höhen und Gründen, von Wäldern und fruchtbaren Ebenen, von Vorgebirgen und sanften Buchten eine Welt bildet, wie sie im rechten Verhältniß zu des Menschen Fähigkeiten und Unternehmungsgeist steht.

Sehr wahr bemerkt J. Herschel, daß die Lage eines Kiesels ein Zeugniß abgeben könne, wie Myriaden von Jahren vor der Einbürgerung des Menschen auf seinem gegenwärtigen Wohnorte der Erdball beschaffen gewesen seyn müsse.

erblicken wir eine künstlich gearbeitete biegsame Kette, welche die Bewegung der Springfeder von der Kapsel aus der Schnecke mittheilt. Hierauf kommt eine Reihe von Rädern, deren Zähne ineinander greifen und aufeinander wirken, dadurch die Bewegung von der Schnecke zu der Unruhe, von der Unruhe zu dem Zeiger weiter leiten, zu gleicher Zeit aber, vermittelst der bestimmten Größe und Form der Räder, die Bewegung so regeln, daß sie den Zeiger bestimmt, in gleichförmigem, abgemessenem Gange über einen gegebenen Raum in einer gegebenen Zeit hinzugleiten. Wir sehen ferner, daß die Räder von Messing gemacht sind, um sie rein von Rost zu halten, die Federn von Stahl, weil kein anderes Metall so elastisch wäre, daß über der Vorderseite der Uhr ein Glas befestigt ist, ein Material, das wir sonst nirgends am Werke angewendet sehen, das aber als durchsichtige Substanz durchaus nöthig war, wenn man sollte nach der Stunde sehen können, ohne das Gehäuse zu öffnen. Hat man nun diesen Mechanismus aufgefaßt, so ist meines Erachtens der Schluß unvermeidlich, daß die Uhr einen Urheber haben müsse, daß zu irgendwelcher Zeit und an irgendwelchem Orte ein oder mehrere Künstler gelebt haben müssen, die sie zu dem Zwecke, dem sie, wie wir sehen, wirklich entspricht, absichtlich verfertigten.

1. Die Bündigkeit dieses Schlusses litte keineswegs durch den Umstand, daß wir noch nie eine Uhr machen sahen, daß wir nie einen Künstler gekannt, der im Stande gewesen wäre, eine zu verfertigen, daß wir gar nicht im Stande wären, ein solches Kunstwerk selbst auszuführen, oder nur zu begreifen, wie es ausgeführt worden. All dies gälte ja eben so gut von so vielen herrlichen Ueberbleibseln alter Kunst, von manchen verloren gegangenen Erfindungen, und für die große Mehrzahl des Menschengeschlechts von den merkwürdigsten Produkten des Erfindungsgeistes unserer Zeit. Weiß z. B. unter einer Million Menschen Einer, wie elliptische Formen gedreht werden? Unwissenheit in solchen Dingen erhöht nur unsere Meinung von der Geschicklichkeit des

Künstlers, wenn wir ihn auch weder sehen noch kennen, erregt aber in uns nie den Zweifel, ob wohl überhaupt ein solcher Künstler zu irgend welcher Zeit oder an irgend welchem Orte gelebt und gearbeitet habe. Auch bleibt, wie mir scheint, der Schluß völlig derselbe, sey nun der Künstler ein Mensch oder ein anderes Geschöpf oder gewissermaßen ein ganz anderes Wesen.

2. Unser Beweis würde, zweitens, auch dann nicht entkräftet, wenn die Uhr manchmal falsch oder gar selten vollkommen richtig ginge. Der Zweck der Maschine, der Plan ihres Verfertigers und die Existenz eines solchen ist darum nicht weniger klar, und würde dies seyn, ob wir uns im angegebenen Fall die Unregelmäßigkeit der Bewegung so oder anders erklärten, oder ob wir sie überhaupt erklären könnten. Um nachzuweisen, in welcher Absicht eine Maschine gemacht wurde, ist gar nicht nöthig, daß sie fehlerlos sey; aber noch weniger nöthig ist es, wenn es sich einzig um die Frage handelt, ob überhaupt bei Verfertigung derselben eine Absicht, ein Plan vorhanden gewesen sey.

3. Drittens, würde unser Schluß um nichts unzuverlässiger, wenn die Uhr Theile enthielte, hinsichtlich welcher wir noch nicht ausfindig gemacht hätten, oder nicht ausfindig machen könnten, auf welche Weise oder ob sie überhaupt zu dem Haupterfolg mitwirken.

4. Viertens würde kein Mann von gesundem Verstande das Daseyn einer Uhr mit ihrer zusammengesetzten Maschinerie für erklärt halten, wenn man ihm sagte, es sey nun eben eine der möglichen Verbindungen der Materie; was er auch an dem Orte, wo die Uhr gelegen, finden möchte, so müßte es im Innern so oder so gebildet und gegliedert seyn, und somit könne es die vorliegende Gestaltung, nämlich die eines Uhrwerks, so gut haben als irgend eine andere.

5. Ebensowenig würde er sich für befriedigt halten, wenn man ihm zu verstehen gäbe, es wohne den Dingen ein gewisses Prinzip der Ordnung inne, das die Theile der Uhr in ihre gegenwärtige Form und Lage gebracht habe. Noch

nie hatte er gehört, daß eine Uhr durch ein Prinzip der Ordnung zu Stande gekommen sey; ja, er kann sich von einem Prinzip der Ordnung, sobald man es von dem Verstand des Uhrmachers trennt, gar keine Vorstellung machen.

6. Sechstens würde er sich wundern, wenn man ihm sagte, der Mechanismus einer Uhr sey durchaus kein Beweis von wirklicher Zweckgemäßheit, sondern bloß eine Veranlassung, die Vorstellung davon in der Seele anzuregen.

7. Nicht weniger würde es ihn befremden, wenn man ihn belehren wollte, die Uhr, die er in seiner Hand halte, sey nichts weiter, als das Resultat der in den Metallen herrschenden Gesetze. Es ist eine Sprachverwirrung, wenn man ein Gesetz als die wirkende, hervorbringende Ursache von irgend etwas bezeichnet. Ein Gesetz setzt Jemand voraus, der handelt, denn es ist bloß die Art und Weise, nach welcher der Handelnde verfährt; es bedingt eine bewegende Kraft, denn es ist nichts als die Ordnung, nach welcher die Kraft wirkt. Ohne diesen Handelnden, ohne diese bewegende Kraft, welche beide etwas von dem Gesetze Verschiedenes sind, thut das Gesetz nichts, ist es nichts. Der Ausdruck: „Gesetze der Metallwelt“ mag dem Naturforscher seltsam und hart klingen; aber er ist wohl so gut zu rechtfertigen, als andere, die ihm geläufiger sind, wie z. B. „Gesetze der vegetabilischen Welt,“ „Gesetze der animalischen Welt,“ oder „Naturgesetze“ überhaupt, womit man mit Ausschließung einer handelnden Person oder Kraft die Ursachen der Erscheinungen bezeichnet, und so das Gesetz selbst mit dem, der es vollzieht, verwechselt. *

---

* Wenn Philosophen und Naturforscher eine gewisse Gleichförmigkeit in den Erscheinungen des Weltalls beobachten, so sagen sie, diese Gleichförmigkeit habe ihren Grund in einem Naturgesetz; wenn sie die Ordnung entdecken, in welcher Erscheinungen auftreten, so sagen sie, sie haben das Gesetz gefunden, z. B. das Gesetz der chemischen Verwandtschaften, der Schwere u. s. w. Aber Gehorsam gegen ein Gesetz setzt Verständigkeit voraus und den Willen zu gehorchen. Das

8. Endlich würde unser Beobachter nicht aus seinem Schlusse hinausgetrieben, noch sein Vertrauen in die Richtigkeit desselben erschüttert werden, wenn man ihm einwendete, er verstehe ganz und gar nichts von der Sache. Für seinen Beweis weiß er genug: er weiß, daß ein nützlicher Zweck da ist, er weiß, daß zu Erreichung desselben dienliche und angemessene Mittel ergriffen sind. Ist er über diese Punkte mit sich im Reinen, so wird die Richtigkeit seines Schlusses dadurch nicht erschüttert, daß er sich in Bezug auf einige andere Punkte noch in Unwissenheit befindet, oder Zweifel hinsichtlich derselben hegt. Ist er sich auch bewußt, wenig zu wissen, so ist dies für ihn noch kein Grund, dem zu mißtrauen, was er weiß.

„Gesetz" ist die Art und Weise, wie eine Kraft wirkt, und wir sollten dabei immer nicht nur das Vorhandenseyn der Kraft, sondern auch den anerkennen, der die Kraft gab und das Gesetz vorschrieb.

Zweites Kapitel.

Fortsetzung.

Wir setzen den weitern Fall, der Mann, welcher die Uhr gefunden, mache nach einiger Zeit die Entdeckung, daß sie außer allen bereits bemerkten Eigenschaften noch die ganz völlig unerwartete (hier allerdings unfaßliche) Eigenschaft besitze, in Folge ihrer Bewegung eine andere Uhr gleich ihr selbst hervorzubringen. Sie soll in ihrem Innern einen zusammengesetzten Mechanismus bergen, z. B. Gußformen, einen künstlichen Apparat von Drehbänken, Feilen und andern Werkzeugen, augenscheinlich eigens für jenen Zweck berechnet. Sehen wir nun, welchen Einfluß eine solche Entdeckung auf seinen frühern Schluß haben wird.

1. Vor allem müßte sich dadurch seine Bewunderung des Kunstwerks und seine Ueberzeugung von der ausnehmenden Geschicklichkeit des Künstlers steigern. Mag er nun den Zweck der künstlichen Vorrichtung betrachten, oder den Apparat selbst, den feinen, obwohl zum Theil verständlichen Mechanismus, immer wird er dadurch nur noch mehr Grund bekommen, das, was er bereits gethan, nochmals zu thun — die Verfertigung der Uhr einem Plane und hoher Kunst zuzuschreiben.

2. Er wird bedenken, daß zwar die erste Uhr gewissermaßen die Urheberin der zweiten, durch die Bewegungen der ersten hervorgebrachten, genannt werden kann, aber in einem ganz andern Sinne als wenn wir z. B. einen Tischler den Urheber eines Stuhls nennen, und in ihm die Ursache finden, wenn der Stuhl zweckmäßig eingerichtet ist, und alle seine Theile ihrer Bestimmung entsprechen. In solcher Beziehung

war die erste Uhr keineswegs die Ursache der zweiten, und ihrer Einrichtung und Ordnung. Wohl sagen wir im weitesten Sinn, das Korn werde durch fließendes Wasser gemahlen; aber keine noch so große Licenz im Ausdruck, keine noch so große Ausdehnung der Begriffe würde uns gestatten, zu sagen, das fließende Wasser habe die Mühle gebaut, wenn es auch zu lange her ist, als daß wir wissen sollten, wer der Erbauer war. Was das fließende Wasser bei der Sache thut, ist nicht mehr und nicht weniger, als dies: dadurch, daß eine bewußtlose, der Intelligenz entbehrende Kraft auf einen vorher und unabhängig von jener durch Intelligenz geschaffenen Mechanismus angewendet wurde, ist eine Wirkung hervorgebracht, ist im vorliegenden Fall das Korn gemahlen worden. Aber die ganze Wirkung hängt von der Anordnung ab; die Kraft des Wassers kann nicht als die Ursache der Wirkung, noch weniger als die Ursache der Einrichtung angegeben werden. Verstand und Plan waren bei Errichtung der Mühle nothwendig, welchen Antheil auch das Wasser beim Mahlen des Korns haben mag. Gerade so verhält es sich mit dem Antheil, den nach der oben angenommenen Voraussetzung die erste Uhr bei Hervorbringung der zweiten hatte.

3. Wenn wir sonach jetzt auch nicht mehr wissen können, ob die einzelne Uhr, die unser Beobachter gefunden hat, unmittelbar aus der Hand des Künstlers hervorgegangen ist, so thut dies in keinerlei Weise dem Schlusse Eintrag, daß ursprünglich bei der Verfertigung ein Künstler thätig gewesen sey. Der aus der Planmäßigkeit des Gegenstandes hergenommene Beweis bleibt wie er war. Was auf Plan und Zweckmäßigkeit hinweist, ist damit nicht besser erklärt als zuvor. Fragen wir nach der Ursache jener Plan- und Zweckgemäßheit, die wir in der gefundenen Uhr bemerkt haben, so ist unsere Frage lediglich nicht beantwortet, wenn man uns sagt, eine andere Uhr habe das alles hervorgebracht. Es gibt keinen Plan ohne Jemand, der ihn entwirft, keine Kunst ohne Künstler, keine Ordnung ohne Ordner, keine

Einrichtung ohne Jemand, der hiezu befähigt ist; nur da läßt sich von Zweckgemäßheit sprechen, wo Jemand vorhanden ist, der sich einen Zweck zu setzen vermag. Einrichtung, Anordnung von Theilen, Wahl richtiger Mittel zu einem Zweck, setzen Verstand und Ueberlegung voraus. Daher kann Niemand vernünftigerweise glauben, daß die verstandlose, unbeseelte Uhr, aus welcher eine zweite Uhr hervorging, die eigentliche Ursache des von uns so bewunderten Mechanismus sey; Niemand wird im Ernste behaupten, daß sie es sey, die das Kunstwerk verfertigt, seine Theile geordnet, deren Verrichtungen, Folge, Thätigkeit und gegenseitiges Ineinandergreifen bestimmt und geregelt, und alle diese verschiedenen Bewegungen zu Einem Resultate hingeleitet habe, noch dazu einem Resultate, das andern Wesen Nutzen schafft. Alle diese Eigenschaften bleiben somit eben so unerklärt als zuvor.

4. Auch ist gar nichts gewonnen, wenn wir die Schwierigkeit weiter hinausschieben, das heißt annehmen, die Uhr, die wir vor uns haben, sey von einer andern Uhr erzeugt worden, diese wieder von einer anderen, und so in's Unendliche fort. Gehen wir noch so weit zurück, so bringt uns dies dem eigentlichen Zielpunkte, der Gewißheit über den Gegenstand, nicht näher. Das Kunstwerk ist immer noch unerklärt; wir haben immer noch keinen Künstler. Durch diese Annahme haben wir den Verstand, welcher den Plan entwarf, weder gefunden, noch ist er uns dadurch entbehrlich geworden. Wenn die Schwierigkeit gemindert würde, je weiter wir rückwärts gehen, so müßte sie zuletzt, wenn wir unendlich weit zurückgingen, gelöst werden. Das ist der einzige Fall, in welchem diese Art zu schließen etwas taugte. Wo sich bei fortwährender Vermehrung der Mittelglieder eine stufenweise Annäherung an eine Grenze erkennen läßt, da mögen wir, sollte auch die Zahl der Mittelglieder eine sogenannte unendliche seyn, die Grenze für erreichbar halten; wo aber keine solche Annäherung stattfindet, da ist nichts gewonnen, wenn wir die Reihe noch so sehr verlängern.

An der Frage, um die es sich handelt, ändert es nichts, die Reihe mag diese oder jene, eine endliche oder eine unendliche seyn. Eine Kette, die aus einer unendlichen Zahl von Gliedern besteht, kann sich eben so wenig von selbst halten, als eine Kette, die aus einer endlichen Zahl von Gliedern zusammengesetzt ist. Ob wir gleich in dieser Beziehung nie einen wirklichen Versuch anstellen können, sind wir doch nicht im geringsten Zweifel darüber. Dieses Gleichniß ist auf unsern obigen Fall durchaus anwendbar. Die Maschine, welche wir untersuchen, verräth durch ihren Bau Kunst und Plan. Kunst setzt einen Künstler voraus, ein Plan fordert Jemand, der ihn schuf, die Maschine mag nun unmittelbar aus einer andern Maschine hervorgegangen seyn oder nicht. Dieser Umstand ändert nichts an der Sache. Vielleicht ist diese andere Maschine wiederum aus einer früheren hervorgegangen: der Fall bleibt abermals derselbe; die frühere stammte von einer noch früheren: immer brauchen wir noch den Künstler; nirgends gewahren wir, daß diese Nothwendigkeit sich mit Vermehrung der Glieder zu verringern begänne.

Unsere Frage ist nicht einfach die: Wie kam die erste Uhr in's Daseyn? Lautete die Frage so, dann möchte man vielleicht behaupten, sie sey durch die Annahme abgefertigt, die Reihe der von einander abstammenden Uhren sey eine unendliche, und es habe somit nie eine erste gegeben, für die man eine Ursache zu suchen brauche. So würde ungefähr der Stand der Frage seyn, wenn wir nichts vor uns hätten als eine unorganische, mechanisch nicht gegliederte Substanz, die durchaus kein Merkmal von Zweckgemäßheit an sich trüge. Es möchte sich vielleicht schwer beweisen lassen, daß eine solche Substanz nicht habe von Ewigkeit existiren können, sey es, daß sie an sich und als Einzelwesen ewig war, oder daß sie von einem andern abstammte, wenn anders unorganische Körper von einander abstammen können. Aber dies ist gar nicht die Frage, dies hieße voraussetzen, es sey ganz gleichgültig, ob wir einen Stein oder eine Uhr gefunden.

Die Metaphysik hat mit der Frage, wie sie sich stellt, nichts zu schaffen: denn in der Uhr, welche wir untersuchten, entdeckten wir Kunst und Plan, Zweck und Absicht. Die Frage, die sich uns immer unwiderstehlich aufdringt, ist: woher diese Kunst, dieser Plan? Was wir suchen, das ist der Geist, der den Plan dachte, die kunstfertige Hand, der Verstand, der diese Hand leitete. Diese Frage, diese Forderung ist nicht abgefertigt, wenn man noch so viele, ja unendlich viele Substanzen, denen die eben genannten Eigenschaften fehlen, auseinander hervorgehen läßt. Von Kunst handelt es sich, wofür wir keinen Künstler haben, von Plan, wofür uns derjenige fehlt, der den Plan schuf.

5. Unser Beobachter wird ferner zum Schluß kommen, daß der Urheber der ersten Uhr in Wahrheit der Schöpfer jeder aus dieser ersten hervorgegangenen Uhr ist: denn es begründet keinen wesentlichen Unterschied, ob er durch Anwendung von Feilen, Drehbänken und Meißeln eine zweite Uhr mit seinen eigenen Händen macht, oder ob er diese Werkzeuge in eine bereits vorhandene Uhr einfügt und diese so einrichtet, daß sie in Folge des von ihm erhaltenen ersten Anstoßes eine neue Uhr hervorbringt. Der einzige Unterschied zwischen diesen beiden Verfahrungsweisen besteht darin, daß die letztere Weise noch ausgezeichnetere Geschicklichkeit erfordert; im Grunde ist es nichts anders, als daß der Künstler gerade diese Art von Werkzeugen einer andern Art vorzog.

Der Schluß, welchen die Untersuchung des Uhrwerks, seines Baues und seiner Bewegung auf den ersten Blick an die Hand gab, war, daß als Grund und Ursache dieses Baus ein intelligenter Künstler vorhanden gewesen seyn müsse. Dieser Schluß ist unabweislich. Bei weiterer Untersuchung machen wir eine neue Entdeckung. Wir finden, daß die Uhr, in Folge ihrer Bewegung, eine andere Uhr, gleich ihr selbst, hervorbringt; und nicht bloß dies: wir bemerken sogar in ihr ein System, eine Organisation, die ganz besonders für diesen Zweck berechnet ist. Welchen Einfluß wird oder vielmehr muß diese Entdeckung auf unsern ersten Schluß haben?

wie bereits bemerkt, unsere Bewunderung der zur Hervorbringung einer solchen Maschine erforderlichen Kunstfertigkeit wird unendlich gesteigert werden. Oder soll anstatt dessen diese neue Entdeckung uns auf einmal zu einem gerade entgegengesetzten Schluß hintreiben, daß nämlich gar keine Kunst bei dem Geschäfte im Spiel gewesen sey, obgleich alle Merkmale von Kunst und Absicht bleiben, wie sie waren, und noch dieses letzte, vollendetste Meisterstück der Kunst hinzukommt? Solches zu behaupten, ist Unsinn, ja es ist Atheismus! *

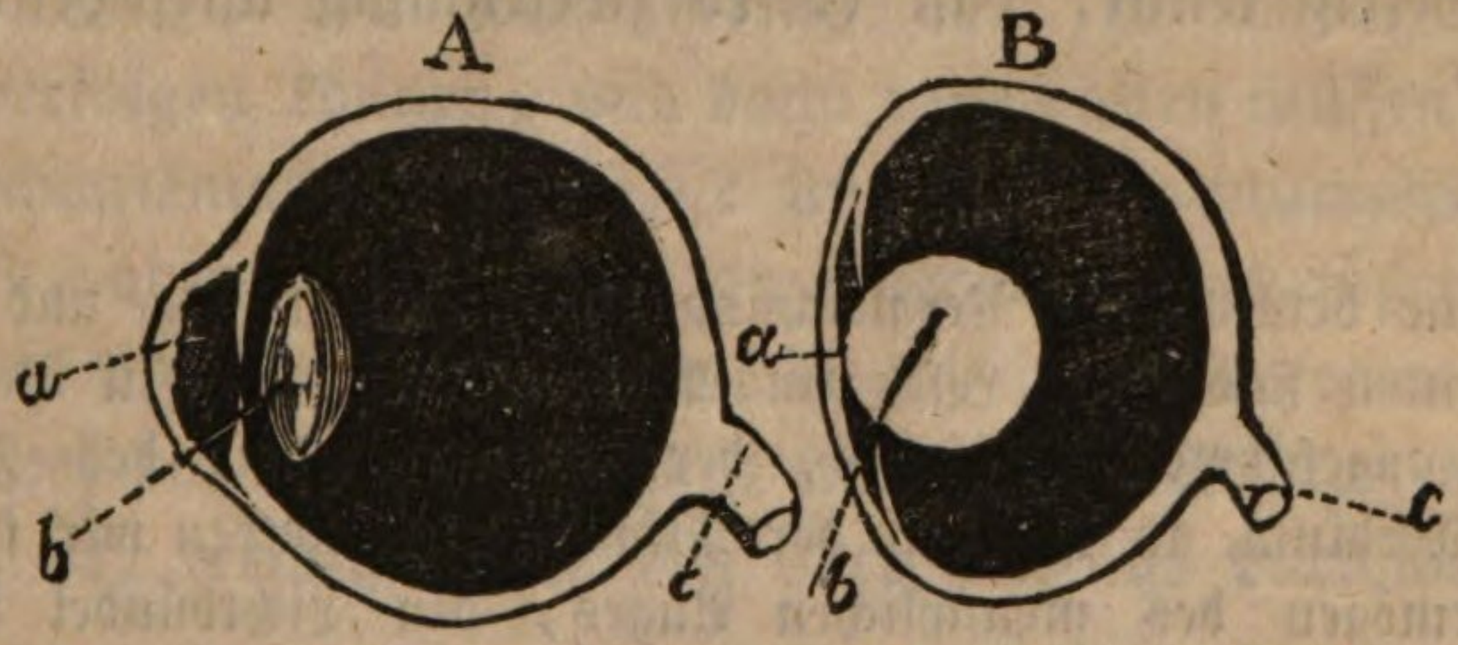
---

* Wir lassen diesen logisch bündigen Beweis stehen wie er ist. Der Verfasser legt in diesem Kapitel den Grund zu einer Reihe von Schlüssen, die er aus dem, im thierischen Körper sinnlich sich darstellenden Mechanismus zu ziehen gesonnen ist. Zum Satze, daß es einen schaffenden, regierenden Verstand geben müsse, gelangt man zwar auch durch das Studium der Gesetze der unorganischen Natur, der Eigenschaften der Wärme, des Lichts, des Schalls, der Schwere, der chemischen Verbindungen; durch Erforschung des Baus der Erde, der Verhältnisse von Land und Wasser, der Wärmevertheilung u. s. w. ja der menschliche Geist kann sich ja sogar zur Betrachtung der Himmelskörper, ihres wechselseitigen Zugs und ihres Umlaufs erheben. Wenn es sich aber davon handelt, Beweise beizubringen, die nicht bloß dem Gebildeten, sondern dem einfachsten Verstande, ja der Unwissenheit selbst einleuchten, dann geht nichts über Betrachtungen wie diejenigen, für welche der Verfasser den Leser im gegenwärtigen Kapitel erst vorbereitet, nämlich die Darstellung des Mechanismus des thierischen Körpers, und die mannichfaltigen zum Wohl lebendiger Geschöpfe getroffenen Einrichtungen.

Drittes Kapitel.

Anwendung des Beweises. *

Ja, dies ist Atheismus! denn alle Merkmale von Kunst, alle Anzeichen von Plan, wie wir sie bei der Uhr entdecken, finden sich auch bei den Werken der Natur, nur mit dem Unterschiede, daß die letztern außer allem Vergleich größer und zahlreicher sind. Die Werke der Natur lassen die der Kunst, was die Zartheit des Gefüges, die Feinheit und Sorgfalt des Mechanismus betrifft, unendlich weit hinter sich, sie übertreffen sie wo möglich noch weit mehr an Zahl und Mannichfaltigkeit, und dabei ist in einer Menge von Fällen ihr Mechanismus, die Kunst und Zweckmäßigkeit ihrer Einrichtung nicht weniger augenfällig, als bei den vollkommensten Schöpfungen des menschlichen Scharfsinns.



(A das menschliche Auge. B das Fischauge. a die Hornhaut. b die Krystalllinse. c der Sehnerv.)

---

* Da die in diesem Kapitel aufgeführten Beweise sich auf die Gesetze beziehen, nach welchen das Licht durch die Feuchtigkeiten des Auges gebrochen wird, so hat der Leser vielleicht Lust, die wenigen Bemerkungen über die Grundlehren dieses Theils der Physik in dem Anhang Nro. **16** nachzulesen.

Ich kenne kein besseres Mittel, eine so umfangreiche Betrachtung einzuleiten, als die Vergleichung eines einzelnen Gegenstandes mit einem andern: des Augs z. B. mit einer Fernröhre. Untersucht man beide Werkzeuge, so läßt sich gerade so gut erweisen, daß das Auge zum Sehen, als daß die Fernröhre zur Unterstützung des Sehens gemacht ist. Beide sind nach denselben Grundsätzen gebaut, beide gemäß den Gesetzen eingerichtet, nach welchen die Verbreitung und Brechung der Lichtstrahlen vor sich geht. Ich rede nicht vom Ursprung dieser Gesetze selbst; diese Gesetze sind einmal vorhanden, und der Bau der beiderseitigen Werkzeuge entspricht denselben. Diese Gesetze fordern unter Anderem, daß, soll der Effekt am Ende derselbe seyn, Lichtstrahlen, welche durch das Wasser hindurch in das Auge dringen, durch eine converere Oberfläche gebrochen werden müssen, als wenn sie von der Luft in's Auge gelangen. Wir finden demgemäß, daß im Auge der Fische derjenige Theil, den man die Krystalllinse nennt, sich weit mehr der Kugelform nähert, als im Auge der Landthiere. Kann Zweck und Plan sich augenscheinlicher kund thun, als durch diesen Unterschied? Hätte ein Instrumentenmacher bündiger beweisen können, daß er dieses Gesetz kennt, daß er es zweckmäßig anzuwenden versteht? *

---

* Eine detaillirtere Vergleichung zwischen dem Auge und optischen Instrumenten findet der Leser im Anhang Nro 17. Zu Beleuchtung des hier angeführten Beispiels, der Angemessenheit des Fischauges zu dem Medium, in welchem der Fisch lebt, bemerken wir folgendes: Das Vermögen des menschlichen Auges, den Lichtbündel in einen Brennpunkt zu vereinigen, und im Grunde des Auges auf dem flach ausgebreiteten Sehnerven (von seiner netzartigen Structur Retina, Netzhaut genannt) ein deutliches Bild des Gegenstandes hervorzubringen, hängt hauptsächlich von zwei Umständen ab, von der Form der Hornhaut und der Converität der Linse. Damit die Hornhaut jenen Dienst leiste, muß sie nicht nur conver seyn (wie bei der Figur linker Hand pag. 13.), sondern die Strahlen müssen auch aus einem dünnern Medium in sie eindringen. Da dies im Wasser nicht seyn kann, so ist die Linse oder die Krystallfeuchtigkeit, die viel dichter

Der Umstand, daß das Auge ein sehendes Organ, das Teleſcop ein nichtſehendes, lebloſes Werkzeug iſt, erſcheint vielleicht Manchem als eine Verſchiedenheit, groß genug, um alle Aehnlichkeit zwiſchen beiden aufzuheben. Sie ſind aber einmal beide Werkzeuge, und dem in's Werk geſetzten Mechanismus gegenüber, thut jener Umſtand der Analogie nicht im Geringſten Eintrag. Betrachten wir einmal den Bau des Auges. Zum deutlichen Sehen iſt nothwendig, daß ſich ein Bild des Gegenſtandes auf dem Grund des Auges abmale. Warum dies nothwendig ſey, wie das Bild mit der Wahrnehmung zuſammenhänge oder zu derſelben mitwirke, das iſt ſchwer, wenn Ihr wollt, ſo ſagen wir, das iſt unmöglich ausfindig zu machen. Aber die gegenwärtige Frage hat mit dieſer Unterſuchung nichts zu ſchaffen. Es mag wahr ſeyn, daß wir hier, wie in andern Fällen, den künſtlichen Mechanismus bis auf einen gewiſſen Punkt verfolgen können, und wir dann auf etwas ſtoßen, was nicht mechaniſch, was nicht weiter erklärlich iſt. Aber dies thut der Zuverläßigkeit unſeres Forſchens bis zu jenem Punkte keinen Eintrag. Der Unterſchied zwiſchen einem belebten Geſchöpf und einem Automaten beſteht darin, daß wir beim belebten Weſen den Mechanismus bis zu einem gewiſſen Punkt verfolgen können, und dann inne halten müſſen, ſey es, der Mechanismus zu fein für unſer Beobachtungsvermögen daß wird, oder daß wir auf etwas ſtoßen, was außerhalb der bekannten Geſetze der Mechanik liegt; beim Automaten hingegen, bei den im Verhältniß wenigen Bewegungen, deren er fähig iſt, verfolgen wir den Mechanismus durchweg. Bis

---

als das Waſſer iſt, zur Mitwirkung herbeigezogen. Im Auge eines in der atmoſphäriſchen Luft lebenden Thieres iſt die Linſe rückwärts geſchoben, und gleicht der auf beiden Seiten converen Linſe der Optiker; bei dem Fiſch iſt ſie eine Kugel, und da ſie in Berührung mit der durchſichtigen Hornhaut gebracht iſt, kann ſie nicht nur die Lichtſtrahlen, welche durch das Waſſer kommen, concentriren, ſondern ſie vergrößert auch durch dieſe ihre veränderte Lage bedeutend den Geſichtskreis. (Vergleiche die Figur zur rechten Hand.)

zu dieser Grenze ist das Verfahren in dem einen Falle so klar und sicher als im andern. So ist es in dem von uns gewählten Beispiel durch unmittelbare Beobachtung völlig ausgemacht, daß die Formation eines Bildes auf dem Grund des Auges zum vollständigen Sehen durchaus nothwendig ist, der Experimentator kann einem jenes Bild sogar zeigen. Was die Deutlichkeit des Bildes stört, thut auch der Deutlichkeit des Sehens Eintrag. Dabei ist nun der Apparat, durch welchen das Bild hervorgebracht wird, nicht nur mit unendlich mehr Kunst, sondern auch nach den nämlichen Regeln der Kunst, die wir bei dem Teleskop oder der Camera obscura in Anwendung sehen, gebaut und zusammengesetzt. Die Empfindung, welche durch das Bild vermittelt wird, steht ganz außerhalb unserer Frage; aber der Hervorbringung des Bildes gegenüber sind die Instrumente gleichartig. Das Resultat ist dasselbe, die Mittel sind dieselben, der Zweck ist bei beiden gleich, die Kunst, die zu Erreichung des Zwecks aufgeboten wird, ist ebenfalls bei beiden gleich. Die Linsen des Teleskops und die Feuchtigkeiten des Auges sind einander vollkommen ähnlich hinsichtlich der Gestalt, der Lage und der Wirkung auf die Lichtstrahlen, indem jeder Lichtbündel auf einen Fleck in der gehörigen Entfernung von der Linse gebrochen wird, im Auge namentlich genau an der Stelle, wo die Nervenhaut ausgespannt ist. Wie ist es möglich, bei so nahe verwandten Gegenständen, bei so augenfällig gleichen Wirkungen auf der einen Seite das Obwalten eines Plans zu leugnen, auf der andern es als die klarste und ausgemachteste Sache anzuerkennen, daß Plan und Kunst in Anwendung gebracht worden!

Die Aehnlichkeit zwischen beiden Fällen ist noch schlagender, und tritt in noch mehreren Punkten hervor als wir bis jetzt berührt, oder man auf den ersten Blick gewahr wird. Dioptrische Fernröhren haben eine gewisse Unvollkommenheit an sich. Indem nämlich die Lichtstrahlen durch die Glaslinsen durchgehen, spalten sie sich in verschiedene Farben und färben dadurch den Gegenstand, namentlich die

Ränder desselben, wie wenn man ihn durch ein Prisma sähe. Diesem Uebelstand abzuhelfen, war längst eine Aufgabe für die Kunst. Endlich fiel es einem scharfsinnigen Optiker ein, nachzuforschen, wie dies im Auge bewerkstelligt sey, denn hier war ganz die nämliche Schwierigkeit zu überwinden, wie beim Teleskop. Die Beobachtung zeigte ihm, das Uebel sey im Auge dadurch vermieden, daß Linsen aus verschiedenen, d. h. solchen Substanzen, welche die Lichtstrahlen auf verschiedene Weise brechen, hintereinander gestellt sind. Unser Künstler machte sich diesen Wink zu Nutzen, und half jenem Uebelstand im Teleskope dadurch ab, daß er Gläser aus verschiedenem Material verfertigte, und so die Wirkung der verschiedenen Feuchtigkeiten, durch welche die Lichtstrahlen dringen, ehe sie den Grund des Auges erreichen, in seinem Rohre nachbildete. Konnte im Auge das ohne Zweck geschehen, was dem Optiker das einzig wirksame Mittel, jenen Zweck zu erreichen, an die Hand gab? *

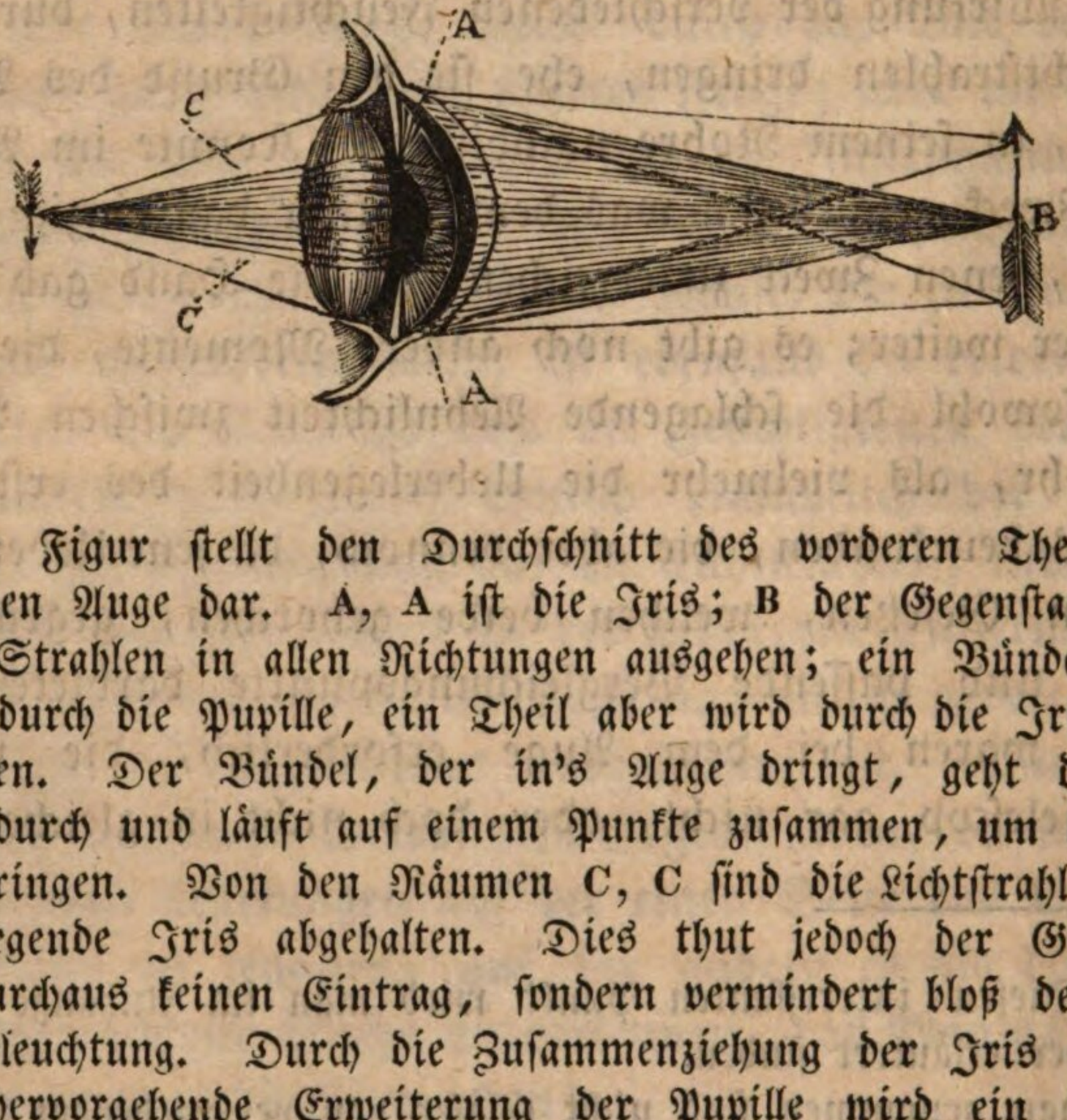
Aber weiter; es gibt noch andere Momente, die vielleicht nicht sowohl die schlagende Aehnlichkeit zwischen Aug und Fernrohr, als vielmehr die Ueberlegenheit des erstern über letzteres beurkunden, die aber dennoch, da jene Ueberlegenheit in den Gesetzen, welchen beide gehorchen, gegründet ist, schöne und passende Vergleichungspunkte darbieten. Zwei Dinge waren bei dem Auge erforderlich, die man bei dem Teleskop gar nicht, oder doch nicht in gleichem Grade

---

* Diesen interessanten Punkt wird man im Anhange noch umständlicher erläutert finden.

Genau genommen sind nicht Gläser von verschiedenem Brechungsvermögen erforderlich. Brechung heißt die neue Richtung, welche ein Strahl nimmt, wenn er aus einem durchsichtigen Körper in einen andern von verschiedener Dichtigkeit dringt. Zerstreuung heißt das Auseinandergehen eines Lichtstrahls in mehrere verschiedenfarbige Strahlen. Ein Stück Glas kann sich von einem andern hinsichtlich des Brechungs- wie des Zerstreuungsvermögens unterscheiden. Auf gehöriger Berechnung dieser verschiedenen Eigenschaften beruht die achromatische Fernröhre.

in Rechnung zu nehmen brauchte: einmal die Anpassung des Organs an die verschiedenen Grade des Lichts, und dann die Rücksicht auf die sehr verschiedene Distanz, in welcher Gegenstände von dem unbewaffneten Auge angeschaut werden, was von ein paar Zollen bis auf viele Meilen geht. Mit diesen Schwierigkeiten hat der Optiker nicht zu kämpfen. Fürs erste braucht er alles Licht, das er bekommen kann, und dann richtet er sein Rohr nie auf Gegenstände, die nahe zur Hand sind. Beim Auge mußte für diese beiden Bedürfnisse gesorgt werden, und dies geschieht nun durch einen eigenen, äußerst zarten Mechanismus.



Diese Figur stellt den Durchschnitt des vorderen Theils vom menschlichen Auge dar. A, A ist die Iris; B der Gegenstand, von welchem Strahlen in allen Richtungen ausgehen; ein Bündel derselben geht durch die Pupille, ein Theil aber wird durch die Iris A, A aufgefangen. Der Bündel, der in's Auge dringt, geht durch die Linse hindurch und läuft auf einem Punkte zusammen, um das Bild hervorzubringen. Von den Räumen C, C sind die Lichtstrahlen durch die vorliegende Iris abgehalten. Dies thut jedoch der Größe des Bildes durchaus keinen Eintrag, sondern vermindert bloß den Grad seiner Beleuchtung. Durch die Zusammenziehung der Iris und die hieraus hervorgehende Erweiterung der Pupille wird ein breiterer Lichtbündel zugelassen. Es ist nicht zu vergessen, daß das Bild auf der Retina immer umgekehrt seyn muß; allein so groß ist die Macht der Gewohnheit und Erfahrung, die wir durch das Berühren der Gegenstände erlangen, daß wir die Dinge immer so sehen, wie sie in der Wirklichkeit sind, und nicht wie sie sich in unserem Auge abmalen, indem die Erfahrung den Irrthum des Sinnes berichtigt. Aus demselben Grunde sehen wir die Dinge bloß einfach, ob wir gleich in jedem Auge ein Bild haben. Aendern

wir aber die regelmäßige Richtung unserer Augen, so ist die Macht der Gewohnheit aufgehoben, und wir sehen doppelt.

1. Um einerseits das Uebermaaß von Licht abzuhalten, wenn es zu stark ist, andererseits Gegenstände, die nur in geringem Grade beleuchtet sind, weil nicht mehr Licht vorhanden ist, dennoch sichtbar zu machen, ist die Oeffnung im Auge, durch welche das Licht dringt, so gebildet, daß sie sich zusammenziehen und ausdehnen kann, um je nach Bedürfniß eine größere oder kleinere Anzahl von Lichtstrahlen zu gleicher Zeit einzulassen. Das Innere des Auges ist eine Camera obscura, die, wenn das Licht zu schwach ist, ihr Loch selbst weiter machen, wenn es zu stark ist, es wieder zusammenziehen kann, und dies allein durch ihren eigenen feinen Mechanismus. Weiter ist, was das menschliche Auge betrifft, zu bemerken, daß diese Oeffnung, die wir das Sehloch oder die Pupille nennen, unter allen ihren verschiedenen Dimensionen genau die cirkelförmige Gestalt beibehält. Die Einrichtung hiezu ist ausnehmend künstlich. Man lasse einmal einen Künstler versuchen, Gleiches auszuführen; er wird finden, daß seine Fäden und Bänder mit großer Umsicht und Ueberlegung verbunden seyn müssen, um ein Rund zu bilden, das sich willkührlich größer und kleiner machen läßt, und dabei doch ein Kreis bleibt. Dies ist im Auge ausgeführt durch die Anordnung von Fasern, die ganz so ineinandergreifen, wie der Künstler seine Fäden anordnen würde und müßte, wenn er das gleiche Werk auszuführen hätte.

2. Die zweite Schwierigkeit bestand, wie angeführt, darin, daß demselben Organ eine Einrichtung zu geben war, vermöge welcher es zur Wahrnehmung nahe liegender, nur einige Zolle vom Auge entfernter Dinge, und sehr weit, etwa eben so viele Ackerlängen entfernter Gegenstände gleich gut befähigt werden sollte (ich spreche in beiden Fällen von Entfernungen, wobei deutliches Sehen noch möglich ist). Den Grundsätzen der Optik, das heißt, den festbestimmten

Gesetzen gemäß, nach welchen sich die Verbreitung des Lichtes richtet, konnte dies nicht geschehen, ohne daß das Organ selbst eine Einrichtung erhielt, die den verschiedenen Fällen, das heißt den verschiedenen Neigungswinkeln, unter denen die Lichtstrahlen das Organ treffen, entsprach. Strahlen, die von dem Auge nahe liegenden Punkten ausgehen, und daher stark divergirend in dasselbe dringen, und Strahlen, welche von bedeutend entfernten Gegenständen ausgehen und, physikalisch gesprochen, beinahe parallel am Auge anlangen, können nicht in demselben optischen Instrument an einen und denselben Fleck zu Hervorbringung eines Bildes concentrirt werden, wenn das Instrument selbst unverändert bleibt. Für den zweiten Fall bedarf es einer kugelförmigern Linse. Der Punkt hinter der Linse, in welchem sich die Strahlen vereinigen, muß vollkommen genau auf die Nervenhaut fallen, oder man sieht nicht deutlich; aber während alles Uebrige bleibt, wie es ist, kommt dieser Punkt nach den unwandelbaren Gesetzen des Lichts weiter rückwärts zu stehen, wenn die Strahlen von einem nahen, als wenn sie von einem entfernten Gegenstand ausgehen. Beim optischen Instrument legt man die Sache dadurch zurecht, daß man nach Erforderniß der Umstände die Linse oder das ganze Fernrohr wechselt, oder mit der Hand oder mittelst der Schraube die Gläser in die gehörige Entfernung von einander bringt. Aber wie ist dies beim Auge auszuführen? Was dabei in ihm vorgehe, und in welcher Gegend desselben, dies war lange Gegenstand der Untersuchung und vielfältiger Muthmaßung.

Die vorgehende Veränderung, obgleich zu Erreichung des Zwecks vollkommen hinreichend, ist so klein, daß sie der gemeinen Beobachtung entgeht. Endlich jedoch scheint durch die mühsamsten, sorgfältigsten Untersuchungen über den Bau und die Thätigkeit des Organs die mechanische Veränderung, welche die Theile des Auges erleiden, mit Sicherheit ausgemittelt zu seyn. Man hat gefunden, daß, sobald das Auge auf einen nahen Gegenstand gerichtet ist, durch die Thätigkeit gewisser Muskeln, die man sich nicht zweckmäßiger hätte

angeordnet denken können, zu gleicher Zeit drei Veränderungen hervorgebracht werden, die auf verschiedene Weise dazu beitragen, das Organ in die erforderliche Verfassung zu setzen. Die Hornhaut, nämlich der vordere durchsichtige Theil des Auges, wird runder und hervorstehender; die Krystalllinse, welche hinter der Hornhaut liegt, wird vorwärts getrieben, und die Sehare, wie man den Durchmesser des Auges von vorne nach hinten nennt, wird verlängert. Diese Veränderungen im Auge modificiren seine Einwirkung auf die Lichtstrahlen dergestalt und in solchem Grade, daß genau bewirkt wird, worauf es ankommt, daß nämlich das Bild just auf die Retina fällt, die Strahlen mögen von einem nahen oder von einem entfernten Gegenstand ausgehen, in divergirenden oder parallelen Linien bei dem Auge ankommen. Was kann entschiedener für Kunst und Absicht sprechen? Die geheimsten Gesetze der Optik müssen dem Urheber eines Werkes bekannt gewesen seyn, das so mannichfacher Veränderung fähig ist. Es ist dasselbe, wie wenn der Optiker, wenn er einen nähern Gegenstand zu betrachten hat, ein anderes Glas in sein Instrument setzt, und zugleich den Tubus weiter auseinander zieht. *

Man beobachte ein neugebornes Kind, das zum ersten Male die Augen aufschlägt. Was bemerkt man, wenn der Vorhang aufgeht? den vordern Theil zweier durchsichtigen Kugeln, die bei näherer Betrachtung genau nach den nämlichen optischen Gesetzen gebaut erscheinen, nach welchen wir selbst unsere optischen Instrumente verfertigen. Sie sind

---

* Ueber diesen Punkt herrscht noch große Dunkelheit, und die darüber angestellten Versuche widersprechen sich, wie die Ansichten. Wie schwer es aber auch seyn mag, den Vorgang selbst zu erklären, so wird doch das Vermögen dem Auge nicht abgesprochen, und somit bleibt das Argument im Texte unangefochten. Daß die Erregbarkeit des Sehnerven und die Richtung der Aufmerksamkeit dabei eine Rolle spielen, scheint außer Zweifel. Man hat beobachtet, daß Raubvögel eine Schärfe der Sehkraft besitzen, von welcher wir

ganz zu dem Zweck gemacht, durch Brechung von Licht ein Bild hervorzubringen; sie sind zusammengesetzt aus Theilen, denen verschiedene Verrichtungen zukommen: hat der eine Theil seinen Einfluß auf den Lichtbündel ausgeübt, so überliefert er ihn der Einwirkung eines andern Theils, dieser übergibt ihn einem dritten und so fort; die fortschreitende Bewegung hängt hinsichtlich des endlichen Erfolgs von der feinsten, genauesten Einrichtung der betreffenden Theile ab; diese Theile sind so auf einander berechnet, daß nicht durch einmalige Wirkung, sondern durch ein System ineinandergreifender Wirkungen, das Endresultat, worauf es ankommt, herbeigeführt wird. Das Organ ist bestimmt, unter verschiedenen Umständen, bei starken und bei schwachen Lichtgraden, unter der Einwirkung naher und entfernter Gegenstände thätig zu seyn; diese Verschiedenheiten fordern, gemäß den Gesetzen der Verbreitung des Lichtes, eine entsprechende Verschieden=

---

uns kaum einen Begriff machen können. Will man einen Falken fangen, so befestigt man an einem freigelegenen Orte eine Taube an eine Schnur, die so angebracht ist, daß eine im Versteck liegende Person vermittelst desselben den Vogel flattern lassen kann; ob nun gleich am ganzen Firmament kein Raubvogel sichtbar ist, wird man doch bald einen Falken auf die Taube herabstoßen sehen. Nothwendig muß das Auge des Vogels anders beschaffen seyn als das unsrige, sonst könnte ein Raubvogel nicht einen so kleinen Gegenstand sehen, während er in außerordentlicher Höhe schwebt, noch vermöchte er, wenn er auf seinen Raub niederstürzt, ihn mit solcher Sicherheit zu treffen. Eine so überlegene Sehkraft ist durch keine bloß mechanische Vorrichtung erklärlich. Welchen Einfluß andererseits der Wille auf die Veränderungen im Auge habe, mag durch folgendes Beispiel anschaulich werden. Man lasse eine Person, die in gewisser Entfernung ohne Brille entweder nur undeutlich oder gar nicht lesen kann, ein Wort durch eine sehr schmale Oeffnung betrachten, und man wird finden, daß sie nun eben das ohne Brille sieht, wozu ihr vorher die Brille unentbehrlich gewesen war. Durch die Ausschließung des seitlich einfallenden Lichtes oder durch Inflexion läßt sich dies wohl schwerlich erklären.

heit im Bau des Auges; sie fordern z. B. daß das Loch, durch welches das Licht eindringt, bald größer, bald kleiner, daß die Linse bald kugliger, bald flacher, daß ihre Entfernung von der Fläche, auf welcher das Bild sich abmalt, das einemal kürzer, ein andermal länger sey. Allen diesen Fällen war der Bau des Auges anzupassen, und wirklich sehen wir in ihm den künstlichsten Apparat angebracht, um diese Veränderungen hervorzubringen. Das ist weit, weit mehr, als der gewöhnliche Regulator einer Uhr, welcher zudem von einer fremden Hand erst angebracht werden muß; mehr Aehnlichkeit hat es dagegen mit Harrisons Uhr, die sich selbst regulirt. Er brachte nämlich einen Mechanismus an, wobei die verschiedene Ausdehnungsfähigkeit verschiedener Metalle so kunstreich benutzt ist, daß der Gang der Uhr bei jedem Temperaturwechsel sich gleich bleibt. Soll nun eine Vorrichtung, die sich von der eben genannten hauptsächlich nur dadurch unterscheidet, daß sie vollkommener ist, darum den Namen eines Kunstwerks nicht erhalten? oder, wenn es ein Kunstwerk ist, soll es darum ohne Künstler entstanden seyn?

Doch dies ist, obgleich viel, noch nicht Alles. Die verschiedenen Thierklassen besitzen den Sinn, den wir hier betrachten, in verschiedenen Graden, je nachdem sie bei ihrer Lebensweise und der Art sich Futter zu verschaffen, eines weitern oder engern Gesichtskreises bedürfen. Die Vögel z. B. verschaffen sich sämmtlich ihr Futter durch Hülfe ihres Schnabels. Da nun die Entfernung zwischen dem Auge und der Spitze des Schnabels gering ist, so müssen sie sehr nahe liegende Gegenstände deutlich sehen können. Da sie auf der andern Seite sich oft hoch über den Erdboden erheben, viel in der Luft leben und sich mit großer Schnelligkeit durch dieselbe bewegen, so bedürfen sie, sowohl zu ihrer Sicherheit, als zum Behufe der Erspähung ihrer Beute, eines Auges, das sehr weit trägt. Wirklich hat nun auch das Vogelauge zwei eigenthümliche Vorrichtungen aufzuweisen, welche zum Zweck haben, die Veränderungen zu erleichtern,

mittelst welcher das Auge sich den verschiedenen Entfernungen anpassen muß. Die eine ist ein Knochen, oder auch, wie bei den meisten Arten, ein biegsames Band oder ein Reif, der sich um den breitesten Theil des Auges herumzieht, die Thätigkeit der Muskeln auf diesen Theil fixirt und hiedurch die Wirkung des seitlichen Drucks verstärkt, in Folge dessen die Sehaxe verlängert, und das Sehen ganz naher Gegenstände möglich gemacht wird. Die andere Eigenthümlichkeit ist ein weiterer Muskel, marsupium genannt, der dazu dient, im erforderlichen Falle die Krystalllinse rückwärts zu ziehen, und hiedurch dasselbe Auge zum Sehen sehr entfernter Gegenstände geschickt zu machen. Durch diese Hülfsmittel vermag das Auge der Vögel leichter und schneller als das Auge anderer Thiere die ganze Scale der Veränderungen von einem Extrem zum andern zu durchlaufen.

Das Auge der Fische zeigt uns, dem der Landthiere gegenüber, ebenfalls gewisse Eigenthümlichkeiten, die dem Elemente, in welchem die Fische leben, und ihrer ganzen Lebensweise angemessen sind. Wir haben bereits bemerkt, wie bei ihnen die Krystalllinse durch ihre Kugelform die Dichtigkeit des Mediums, durch welches das Licht zu ihr dringt, wieder ausgleicht. Wir haben weiter zu bemerken, daß das Auge der Fische bei der geringen Stufe geistigen Lebens, auf der sie stehen, nur für nahe liegende Gegenstände eingerichtet ist, und sich in dieser Hinsicht von dem menschlichen Auge, wie von dem der vierfüßigen Thiere und der Vögel unterscheidet. Da gewöhnlich das Fischauge eine viel convexere Form hat, als das der Landthiere, so zeigt auch die Anlage seiner Muskeln eine entsprechende Verschiedenheit: sie sind durchaus darauf berechnet, das Auge flacher zu machen.

Ferner ist die Iris im Fischauge nicht beweglich. Dies ist ein bedeutender Unterschied, der seinen Grund wahrscheinlich darin hat, daß das im Wasser sehr geschwächte Licht niemals zu stark für die Retina wird. Beim Aale, der sich mit dem Kopf durch rauhe und harte Materien, durch Sand

und Kies durchzuarbeiten hat, ist vor dem Auge, in einiger Entfernung von demselben, ein durchsichtiges, hornartiges, convexes Gehäuse, oder ein Deckel angebracht, der, ohne das Sehen zu hindern, das Auge schützt. Kann man sich bei der Lebensart des Thiers etwas Zweckmäßigeres denken?

Indem wir so die Augen der verschiedenen Thierarten vergleichen, tritt uns in ihren Aehnlichkeiten und ihren Verschiedenheiten ein allgemeiner Plan entgegen; zugleich aber sehen wir diesen Plan je nach Erforderniß der verschiedenen Fälle abgeändert. *

---

* Bei Betrachtung des Fischauges dürfen wir die auffallende Dicke der äußeren Augenhaut (Sclerotica) beim Wallfische nicht unbeachtet lassen. Er athmet zwar die atmosphärische Luft ein und treibt gewöhnlich auf dem Wasserspiegel, um aber seinen Feinden zu entgehen, taucht er mehrere 100 Faden tief unter. Der Druck auf seine Oberfläche und somit auch auf die Oberfläche seines Auges muß dabei sehr groß seyn. Wenn ein Korkstöpsel so fest in den Hals einer Flasche eingestoßen wird, daß er allem fernern Druck widersteht, die Flasche hierauf an das Senkblei befestigt und in eine große Tiefe hinabgelassen wird, so zwängt der Druck des Wassers den Kork in die Flasche hinein und die Flasche füllt sich; denn die Kraft, die auf den Kork drückt, ist gleich dem Gewicht der Wassersäule über ihm, von welcher er selbst die Basis bildet. Er erleidet von allen Seiten gleichmäßigen Druck, so daß ein Kork von gewöhnlicher Größe so klein wird wie der Kork für ein Apothekerglas. „Ein Geschöpf, das in einer Tiefe von 100 Fuß lebt, hält mit Inbegriff des Drucks, der von der atmosphärischen Luft herrührt, einen Druck von ungefähr 60 Pfunden auf den Quadratzoll aus, während ein Geschöpf in der noch nicht sehr bedeutenden Tiefe von 4000 Fuß einem Druck von ungefähr 1830 Pfunden auf den Quadratzoll ausgesetzt ist.“ — De la Beche, Theor. Geol. p. 243. — Hiernach wird begreiflich, wie es kommt, daß wenn einmal ein Schiff auf der See gesunken ist, selbst wenn sein Gefüge auseinander geht, nicht ein Span mehr in die Höhe steigt; Alles bleibt verschlungen; denn ist einmal der Rumpf zu einer beträchtlichen Tiefe hinabgesunken, so wird Alles, was Poren hat, vom Wasser durchdrungen, oder zusammengepreßt, und bleibt somit da liegen, wo es hinfiel. Daher rührt es auch, daß wenn durch Verwicklung der Harpunleine das Boot mit dem Wallfisch in die Tiefe gerissen und nachher wieder heraufgezogen wird, zwei Boote

Eine Eigenschaft jedoch scheint allen Augen, wenigstens allen, die bis jetzt untersucht sind, * gemein zu seyn, nämlich die, daß der Sehnerv nicht im Mittelpunkte, sondern ein wenig seitlich in den Hintergrund des Auges eintritt, nicht am Punkte, wo die Augenaxe die Retina trifft, sondern zwischen diesem Punkt und der Nase. Die Folge hievon ist, daß kein Stück eines Gegenstandes beiden Augen zugleich entgehen kann.

Das Sehen wird, wie schon öfters bemerkt, dadurch vermittelt, daß sich im Hintergrund des Auges ein Bild des Objekts abspiegelt, und da können wir uns nun nicht genug wundern über die Klarheit, Genauigkeit und Zartheit dieses Bildes. Eine Landschaft von fünf, sechs Quadratmeilen ist in einen Raum von einem halben Zoll im Durchmesser gebracht; und doch sind all die mannichfaltigen Gegenstände,

---

erforderlich sind, um es an die Oberfläche zu heben. Aus all dem leuchtet ein, welchen Druck das Auge des Wallfisches auszuhalten hat, wenn er untertaucht, und warum es mit den Schutzmitteln versehen ist, die wir sogleich beschreiben wollen. Wenn wir durch die Cornea das ganze Auge quer durchschneiden, so finden wir, daß die Sclerotica, welche so dick wie gegerbtes Leder ist, gegen die hintere Seite des Auges an Dicke zunimmt, und zuletzt hinten fünfmal so dick ist als vorne. Der vordere Theil des Auges hält den Druck von außen aus, und dieser Theil bedarf keiner weiteren Unterstützung. Gäbe aber der hintere Theil nach, so würde die Augenkugel in dieser Richtung hin gedrückt, und dadurch das ganze Innere des Auges gefährdet. Somit ist einleuchtend, warum die hintere Umkleidung des Auges so bedeutend verstärkt werden mußte. Die natürlichen Feinde des Wallfisches sind der Schwertfisch und der Hai. Wohl nicht ohne Grund wird behauptet, daß dieses ungeheure Thier, das ohne alle Vertheidigungsmittel ist, seine Feinde, die sich an ihm fest angehängt haben, in eine Tiefe und folglich auch bis zu einem Druck des Wassers hinabreißt, dem sie erliegen, da ihre Körper nicht für solche Tiefen eingerichtet sind. Es ist derselbe Instinkt, vermöge dessen der Wallfisch auf den Grund des Meeres taucht, wenn er vom Harpun getroffen ist.

* Das Auge des Seekalbs soll eine Ausnahme machen.

Paley.

welche jene enthält, nach Größe, Lage, Umriß und Farbe vollkommen wiedergegeben. Die Aussicht von Hampstead-Hill ist mit allen ihren Details in die Rundung eines Sechspfenningstücks zusammengedrängt. Ein Fuhrwerk, das sich mit gewöhnlicher Schnelligkeit eine halbe Stunde lang fort bewegt, schreitet im Auge bloß über den zwölften Theil eines Zolles hin, und doch wird diese Ortsveränderung im Bilde nach ihrem ganzen Verlauf deutlich wahrgenommen; denn nur mittelst dieser Wahrnehmung ist die Bewegung des Wagens selbst für das Auge merkbar geworden. Vermöchte je etwas unser Staunen über die Kleinheit des Bildes, der Größe des Objekts gegenüber, zu verringern, so wäre es die Betrachtung, welche uns der Anblick der Natur zu jeder Stunde an die Hand gibt, daß in der Hand des Schöpfers nichts groß und nichts klein ist.

Sturmius äußerte, die Betrachtung des Auges sey ein Heilmittel gegen den Atheismus. Abgesehen von seinem Hauptcharakter, daß es ein streng nach den Gesetzen der Optik gebautes Werkzeug ist, bemerken wir, wie alle Beiwerke des Organs eigentlich ängstlich auf seine Sicherheit berechnet sind. Es ruht in einem starken, tiefen, knöchernen Gehäuse, zusammengefügt aus sieben verschiedenen Knochen, die an ihren Rändern ineinander greifen. Innerhalb dieses Gehäuses ist es von Fett umgeben, dem thierischen Stoffe, der für das Organ in der Ruhe wie in der Bewegung am besten paßt. Es ist geschirmt durch die Augbraunen, einen Haarbogen, der gleich einem Wetterdach den Schweiß und die Feuchtigkeit der Stirne von ihm abhält. Noch besser aber wird es durch das Augenlied geschützt. Unter allen Außenwerken des thierischen Körpers kenne ich keinen, der nach Verrichtung und Bau mehr Aufmerksamkeit verdiente, als das Augenlied. Es schützt das Auge, es reinigt es, es schließt es zum Schlafe. Kann bei irgend einem Werk der Kunst der Zweck, den der Künstler sich vorgesetzt, deutlicher in die Augen springen, als bei den Diensten, welche das Augenlied leistet? Oder wäre wohl eine Einrichtung denkbar, die

diesen Zwecken auf angemessenere, sinnreichere Weise entspräche? Wenn der Beobachter solche Dinge oft übersieht, so geschieht es nur, weil sie ihm zu alltäglich, zu gewöhnlich sind. Wir gehen an den Gegenständen vorüber, die wir immer vor Augen haben, und suchen solche auf, welche selten sind und die Neugierde reizen. Dadurch entgehen uns oft die wichtigsten Beobachtungen, während wir andere verfolgen, die tiefer und wissenschaftlicher scheinen, am Ende aber viel geringere Beachtung verdient hätten.

Um das Auge beständig feucht, rein und durchsichtig zu erhalten, ist eine eigenthümliche Secretion als Waschapparat angeordnet, die Thränen, und das überflüssige salzigte Wasser wird durch ein Loch im Knochen, von Umfang eines Gänsekiels, in die Nase geleitet. Hier verbreitet es sich über die innere Wandung der Nasenhöhle und verdunstet durch den warmen Luftstrom, der in Folge des Aus- und Einathmens beständig durch dieselbe zieht. Könnte wohl eine Röhre zu Abführung des unsaubern Wassers aus einer Färberei oder einem Destillirapparate sinnreicher angebracht seyn? Man sieht leicht, daß Feuchtigkeit für das Auge ein Bedürfniß ist: aber konnte dieses Bedürfniß des Auges die Drüse erschaffen, in welcher sich die Thränen bilden, oder das Loch bohren, durch welches sie ausfließen, ein Loch durch einen Knochen? Auch ist zu bemerken, daß diese Vorrichtung bei den Fischen fehlt, da das Element, in welchem sie leben, das Auge hinreichend abspült. *

---

* Wir geben im Anhange eine ausführlichere Darstellung des zum Schutze des Auges dienenden Apparates, da manches Merkwürdige dabei bisher unbemerkt geblieben ist. Dort findet man auch, daß zwar das Auge der Fische kein Augenlied hat, daß aber dafür der Augapfel sich reißend schnell bewegt, wodurch er, da er sich immer unter Wasser befindet, von aller Unreinigkeit frei gehalten wird. Ebendaselbst sind einige merkwürdige Beispiele von einer Vorrichtung aufgeführt, durch welche auf noch viel kunstreichere Weise Alles, was dem Sehen hinderlich ist, beseitigt wird. Wir finden diese Vorrichtung namentlich bei dem Hummer und der Krabbe.

Es wäre Unrecht, von dem Auge, als einem mechanischen Kunstwerk, zu scheiden, ohne einer der sinnreichsten Einrichtungen daran, der sogenannten Nickhaut zu erwähnen, die sich am Auge der Vögel und mancher vierfüßigen Thiere findet. Sie hat die Bestimmung, das Auge rein zu fegen, was sie in einem Augenblick vollbringt, die Thränenfeuchtigkeit über dasselbe zu verbreiten, es gegen plötzlich eindringende Körper zu schützen, dabei aber, wenn sie über das Auge hergezogen ist, das Licht nicht gänzlich auszuschließen. Wie bequem dieses Organ, zu augenblicklicher Thätigkeit bereit, am obern Rand des Auges zusammengefaltet liegt, wie rasch es seinen Dienst verrichtet, dies Alles bietet sich dem Beobachter von selbst dar. Aber gleich bewundernswürdig, doch nicht ganz so augenfällig ist der Umstand, daß die Membran aus zwei verschiedenen Substanzen besteht, aus einer elastischen und einer Muskelhaut, und ihre Bewegung in Folge davon auf zweierlei Wege vor sich geht. Ihr Spiel hin und her beruht nämlich nicht wie gewöhnlich auf der Wirkung zweier entgegensetzten Muskeln, deren einer vorwärts, der andere rückwärts zieht, sondern die Membran selbst ist eine elastische Substanz, die sich gleich einem Stück Gummi elasticum auseinanderziehen läßt, und vermöge ihrer eigenen Elasticität wieder in ihre frühere Lage zurückkehrt, sobald der Zug nachläßt. Vorne an die Haut ist nun die Sehne eines hinten im Auge liegenden Muskels befestigt; diese Sehne, ist bei hinreichender Stärke so zart, daß sie dem Sehen keinen Eintrag thut, auch wenn sie queer über das Auge hinläuft; der Muskel selbst aber liegt nicht nur im Hintergrunde des Auges für sich sicher, sondern ist auch für die übrigen Theile des Auges in keinerlei Weise störend. Dies hätte schwerlich erreicht werden können, wenn er irgendwo im vordern Theile der Augenhöhle gelagert wäre. Zieht sich dieser Muskel hinter dem Auge zusammen, (was ohne Zweifel eine willkührliche Thätigkeit ist,) so wird die Membran, die durch seine Sehne mit ihm in Verbindung steht, in einem Augenblick über den vordern Theil des Auges hergezogen; hört die

Zusammenziehung des Muskels auf, so springt die Membran einzig durch ihre eigene Elasticität in ihre frühere Lage zurück. Zeugt dies nicht laut von einem Künstler, der Meister seines Werks ist, und mit seinen Materialien umzugehen weiß? „Von tausend Dingen," sagen die französischen Akademiker, „sehen wir den Zweck nicht ein; denn wir kennen sie nur nach ihrer Erscheinung, während die Ursache der Erscheinung uns verborgen bleibt. Hier aber handelt es sich von einer Maschine, deren sämmtliche Theile sichtbar sind, und die man nur anzusehen braucht, um den Grund ihrer Bewegung zu entdecken." *

Vielleicht schwebte bei Durchlesung dieser Bemerkungen eine Frage fortwährend auf des Lesers Lippen: Warum gab die Gottheit dem Geschöpfe das Vermögen zu sehen nicht auf einmal? wozu alle diese Umschweife, um das Sehen zu vermitteln? wozu so viele Vorkehrungen? wozu ein eigenes Element für den Zweck schaffen, das von dunkeln Körpern zurückgeworfen, von durchsichtigen gebrochen werden mußte, und überall festbestimmten Gesetzen gehorchte? wozu sodann ein zusammengesetztes Organ, ein fein berechneter, kunstreicher Apparat, um vermittelst der Einwirkung jenes Elements und in Gemäßheit jener Gesetze, denen es unterthan ist, ein Bild auf einer Membran hervorzubringen, die

---

* Die membrana nictitans ist den Vögeln eigenthümlich; der Ausdruck paßt nicht auf die entsprechende Einrichtung bei vierfüßigen Thieren, da hier der nämliche Zweck durch einen ganz verschiedenen Mechanismus erreicht wird. Bei dieser Thierklasse ist zwischen dem Augapfel und der inneren Wand der Augenhöhle ein dünner Knorpel angebracht, der sich reißend schnell aus seiner Höhle hervorbewegt, und die Oberfläche des Auges noch weit sauberer abfegt, als durch die äußeren Augenlieder hätte geschehen können. Jedem, der ein Pferd auf einer staubigen Straße ritt, muß diese schöne Vorrichtung am Auge des Pferdes aufgefallen seyn; es leidet nie vom Staube, denn jener Knorpel, der stets durch eine klebrige, aus einer besondern Drüse abgesonderte Materie befeuchtet wird, die mit den Thränen nicht zu verwechseln ist, bewegt sich rasch über das Auge hin, zieht jedes Staubtheilchen an sich und entfernt es.

mit dem Gehirne in Verbindung steht? wozu all dies? warum Schwierigkeiten schaffen, um sie nachher zu überwinden? Wenn es sich davon handelte, daß Menschen und Thiere die Gegenstände auch noch auf andere Weise, als durch den bloßen Tastsinn, oder daß sie Dinge, die außer dem Bereich dieses Sinnes liegen, sollten wahrnehmen können, konnte da nicht der einfache Wille des Schöpfers ihnen die Fähigkeit hiezu ertheilen? Warum zu künstlichen Mitteln seine Zuflucht nehmen, wenn die Macht unumschränkt ist? Künstliche Mittel sind ihrem Begriff und Wesen nach die Zuflucht der Schwäche. Nach einem Auskunftswege suchen müssen, setzt Schwierigkeiten, Hindernisse, Einschränkungen, Mangel an Macht voraus. — Dieser Einwurf gilt bei den andern Sinnen so gut wie beim Gesicht, er gilt für die allgemeinen thierischen Funktionen der Ernährung, der Absonderung, des Athmens, für den ganzen Haushalt der Pflanzenwelt, kurz beinahe für jede Thätigkeit der Natur. Die Frage führt, wie wir sehen, sehr weit; es mögen sich mancherlei Antworten darauf geben lassen, und unter andern folgende: Nur dadurch, daß die Gottheit sich künstlicher Mittel bediente, konnte sie ihren mit Vernunft begabten Geschöpfen ihre Existenz, ihre Schöpferkraft und ihre Weisheit offenbaren. Es ist die Leiter, auf welcher wir allein zu unserer Kenntniß vom Schöpfer, so weit sich dieselbe aus den Erscheinungen der Natur ziehen läßt, aufsteigen. Nimm sie hinweg, und du nimmst uns jeden Gegenstand der Beobachtung, und bei dem gegenwärtigen Stande unserer geistigen Vermögen auch jeden Grund, jede Basis vernünftigen Nachdenkens. Alles, was geschaffen ist, hätte Gott auch ohne die Anwendung von Werkzeugen und Mitteln erschaffen können; aber eben die Anwendung der Werkzeuge, die Auswahl und Zweckmäßigkeit der Mittel ist es, worin ein schaffender Verstand sich offenbart; eben dies ist es, was die Ordnung und Schönheit der Welt ausmacht. Es hat Gott gefallen, seiner eigenen Macht Grenzen zu stecken, seine Zwecke innerhalb dieser

Grenzen zu verfolgen.* Diese Grenzen sind bezeichnet durch die allgemeinen Gesetze der Materie, als da sind: die Gesetze der Schwere und des Widerstands, der Bewegung, der Zurückwerfung und Brechung des Lichts, der Zusammensetzung der elastischen und nicht elastischen Flüssigkeiten, der Fortpflanzung des Schalls durch letztere, die Gesetze des Magnetismus, der Elektricität, und wohl noch andere unentdeckte. Diese Gesetze haben allgemeine Kraft und Geltung; und ist ein besonderer Zweck auszuführen, so geschieht es nicht dadurch, daß ein neues Gesetz gemacht, oder ein altes suspendirt, oder an demselben so lange gerüttelt und gebogen wird, bis es sich in den einzelnen Fall schickt, sondern, wie wir bei dem Auge gesehen haben, dadurch, daß Vorrichtungen getroffen werden, die dem Gesetze entsprechen und seinen Forderungen Genüge leisten. So steckte Gott, wie wir oben gesagt, seiner eigenen Macht Grenzen, die er bei seinen täglich neuen Schöpfungen nicht überschreitet, und wodurch er eben seine Weisheit offenbart. Es ist, als ob ein Wesen diese Gesetze und Grenzen bestimmt, auch die Materialien herbeigeschafft, dann aber einem anderen Wesen das Geschäft übertragen hätte, aus diesen Materialien und gemäß jenen Gesetzen eine Welt zu schaffen. Ja man könnte sich sogar mehrere solcher Wesen, und verschiedene Rangstufen unter denselben denken, immerhin würde eine solche Vorstellung der Annahme von Kunst und Plan nicht bloß Raum lassen, sondern gerade mit Nothwendigkeit auf sie hinführen. Ich gebe, was ich so eben bloß zum Zweck der Veranschaulichung sagte, weder für eine philosophische, noch für eine religiöse Wahrheit aus; allein es ist keine Gefahr dabei, die Sache unter diesem Gesichtspunkte zu betrachten; denn es wird auf unser Urtheil die gleiche Wirkung haben, ob die Gottheit selbst nach allgemeinen Gesetzen handelte, oder diese Gesetze einem andern Wesen vorschrieb. Man hat gesagt, das ganze

---

* Von diesem Punkte ist in der Einleitung zum Anhang weiter die Rede.

Problem der Schöpfung liege darin: „Materie und Anziehungskraft als gegeben vorausgesetzt, eine Welt daraus zu machen;“ nimmt man diesen Satz so, wie wir ihn oben erklärten, so wird er nicht zu falschen Vorstellungen verleiten.

Es war uns daran gelegen, die Wahrheit unserer Behauptungen an einem einzelnen Erfahrungsfalle darzuthun, und gerade das Auge schien uns das geeignetste Organ hiezu, weil es sich so ganz mit einem optischen Werkzeug vergleichen läßt. Der Mechanismus des Ohres ist ohne allen Zweifel mit dem gleichen Aufwand von Kunst, wie der des Auges, angelegt; allein wir wissen weniger von demselben und vermögen nicht mit gleicher Sicherheit die Verrichtung und das gegenseitige Ineinandergreifen seiner inneren Theile anzugeben. * Im Allgemeinen jedoch überzeugt uns seine äußere wie seine innere Bildung hinreichend, daß es ein Werkzeug ist zur Aufnahme des Schalls; oder mit andern Worten: in dem ganzen Bau des Ohres tritt uns eine Einrichtung entgegen, die geeignet ist, die Eindrücke der Luftschwingungen, aus denen der Schall besteht, aufzunehmen, und diese Eindrücke bis zu dem Gehirne weiter zu leiten. Denn worin besteht der Mechanismus? Einmal aus dem äußern Ohr, der Ohrmuschel; sie ist eine Art Trichter, darauf berechnet, jene Schwingungen aufzufangen; bei größeren vierfüßigen Thieren dreht sie sich nach dem Schalle, und entspricht nach Form und Beweglichkeit ihrer Bestimmung vollkommen. Die Falten und Krümmungen dieser Muschel leiten die Luft in einen Gang, der an der Wurzel des äußeren Ohres beginnt, und seine Richtung gegen das Innere des Kopfes hat; nun folgt eine dünne Haut, die, einem Trommelfell gleich, quer über diesen Gang in einer Knochenrinne ausgespannt ist. An dieses Häutchen schließt

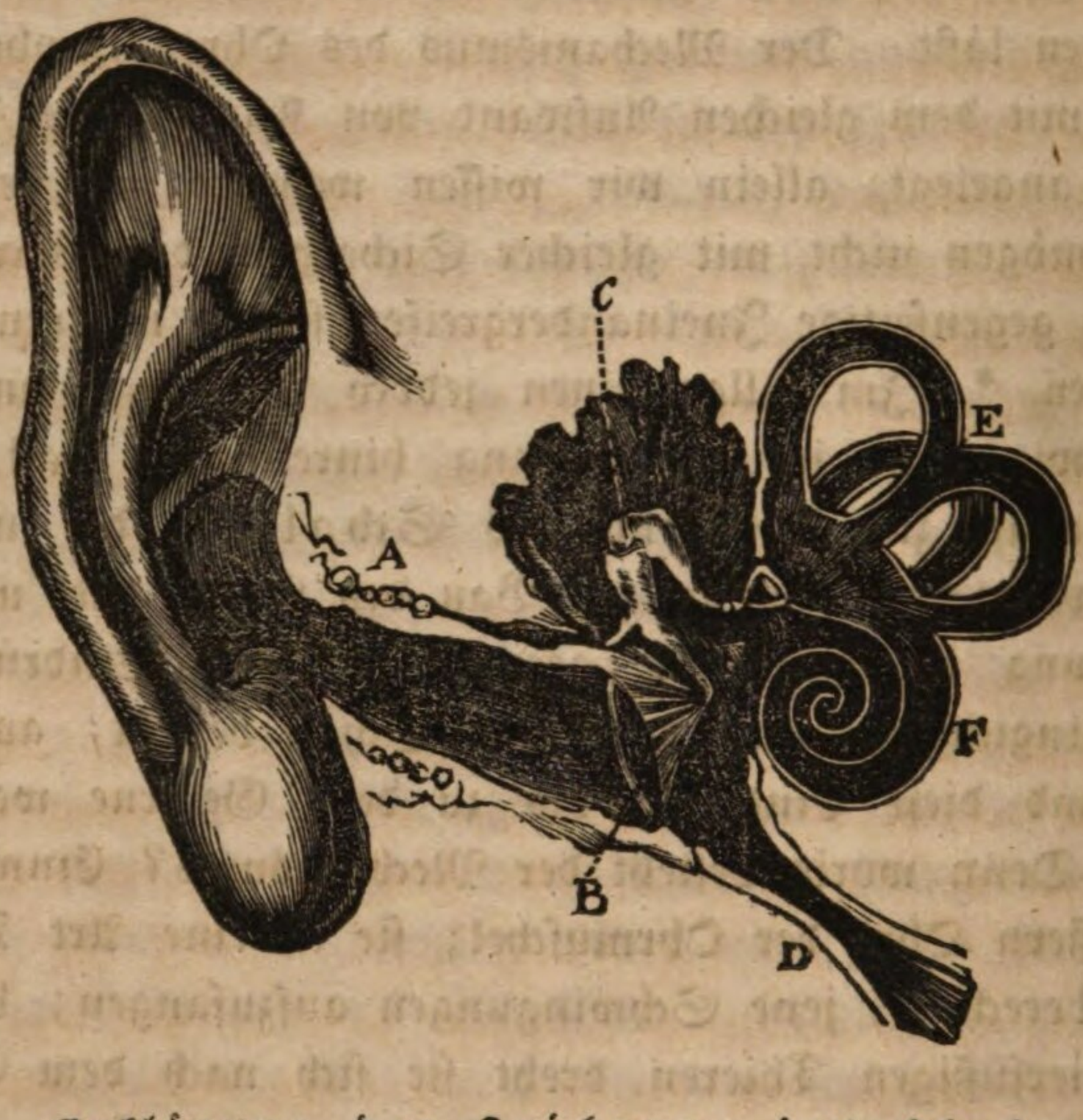
---

* Der Leser findet eine Abhandlung über das Ohr im Anhange. Wie Paley, haben auch andere Schriftsteller behauptet, daß wir

sich eine Kette höchst merkwürdiger, beweglicher, kleiner Knochen an, welche die einzige wahrnehmbare Verbindung zwischen dem Trommelfell und den inneren Kanälen und Höhlungen des Schädels bilden. Diese Höhlungen sind theils spiralförmig,

---

die Bestimmung und den gegenseitigen Bezug der inneren Theile des Ohres nicht kennen. Entweder wissen wir nicht recht, was dies sagen will, oder jene haben die Sache zu oberflächlich angesehen.



Erklärung der Zeichnung des Ohrs.

A ist der Gehörgang; seine Umkleidung enthält kleine Drüsen, die eine Art Fett, das Ohrenschmalz, absondern, und ist mit steifen Haaren besetzt, um Insekten abzuhalten. B ist die membrana tympani, das Trommelfell, das von dem an dasselbe befestigten Hammer (malleus) trichterförmig nach innen gezogen wird. C die Kette von vier aneinanderhängenden kleinen Knochen, die in der unregelmäßig geformten Trommelhöhle liegen und die Schwingungen des Trommelfells dem Fluidum in dem Labyrinthe mittheilen; D die eustachische Röhre, die eine Verbindung zwischen dem Schlunde und der Trommelhöhle herstellt, um die Luft in der Trommelhöhle und die äußere Atmosphäre mit einander im Gleichgewicht zu erhalten; E und F

theils bilden sie Kreissegmente und gleichen in ihrem Bau musikalischen Blasinstrumenten. Das Letzte, was wir bemerken, ist die sogenannte eustachische Röhre, die füglich mit dem Loch in einer Trommel verglichen werden kann; ihre Aufgabe ist, die äußere Luft frei in die Trommelhöhle hinein und wieder hinausziehen zu lassen, je nachdem das Trommelfell, welches die Höhle bedeckt, in Schwingung ist, oder je nachdem die Temperatur wechselt. Das ganze Labyrinth ist in einen Felsen gehauen, d. h. es ist in die festeste Knochenmasse des menschlichen Körpers hineingearbeitet. Dieser Verein zusammenhängender Theile bildet zusammen einen Apparat, der die augenscheinliche Bestimmung hat, den Schall, oder die Luftschwingungen, aus denen derselbe besteht, aufzufangen und weiter zu leiten; schade nur, daß uns der ganze Vorgang nicht klarer ist.

Die Gliederung der kleinen Knochen im Innern des Ohres sieht mehr, als irgend etwas am thierischen Körper,

---

das Labyrinth; es besteht aus einem Raum in der Mitte, der Vorhof genannt, drei halbcirkelförmigen Kanälen, E, und der Schnecke, F.

Was jene Kette von Knöchelchen betrifft, so sehen wir links zuerst den Hammer; wir bemerken seinen langen Griff oder Stiel, der am Trommelfell festsitzt und sich mit den Schwingungen dieser Membran bewegt; sein anderes Ende ist breit und hat eine Vertiefung, in welche der nächste Knochen eingelenkt ist. Dieser zweite Knochen ist der incus oder Ambos, mit dessen Gelenkvertiefung der malleus articulirt. Von diesem Knochen geht ein langer Fortsatz aus, an welchen sich das os orbiculare anschließt; mit diesem dritten Knochen hängt ein vierter zusammen, der stapes, welcher ganz die Form eines Steigbügels hat. Die Basis dieses Knochens ist oval und ruht auf einer Membran, welche die in das Labyrinth führende Oeffnung schließt. Diese Oeffnung nennt man das foramen ovale. Die Zeichnung der Schnecke zeigt uns, daß sich der eine ihrer spiralförmigen Gänge, der im Vorhof seinen Anfang nimmt, um die Spindel windet, bis er am Ende mit einem zweiten Gange zusammentrifft. Folgt das Auge diesem zweiten Schneckenzuge, so findet man, daß er nicht ebenfalls in den Vorhof, sondern in die unregelmäßige Trommelhöhle führt.

einer Maschinerie ähnlich. Sie hat offenbar zum Zweck, die zitternden Bewegungen des Trommelfells zum eigentlichen Sitze des Sinnes fortzupflanzen. Die kleine Knochenkette besteht aus vier Gliedern, die so gestellt sind und so miteinander artikuliren, daß, wenn die Membran, das Trommelfell, in Schwingung geräth, alle vier zumal in Bewegung gesetzt werden; hiedurch wird auch die Basis des letzten Knochens der Reihe erschüttert; diese Basis hinwiederum spielt auf einer Oeffnung, die durch mehrere gewundene Gänge dem Gehirne zuführt. Dieser letzte der vier Knochen heißt stapes, Steigbügel. Während der Dienst des Trommelfells darin besteht, den Eindrücken des Schalls eine gespannte Fläche darzubieten, welche durch jene Eindrücke selbst in Schwingung geräth, hat der Steigbügel die Bestimmung, diese Schwingungen des Trommelfells zu wiederholen. Er gleicht einer die Signale wiederholenden Fregatte, welche weiter rückwärts von der Linie ankert. Dadurch wird es erklärlich, warum Alles, was diesen Steigbügel in eine schwingende Bewegung versetzt, auch ohne die sonst gewöhnliche Vermittlung des Trommelfells, eine Schallempfindung hervorbringt. Man kann sich leicht hievon überzeugen, wenn man irgendwelchen festen Körper in Berührung mit den Kochen des Schädels bringt, wenn man etwa ein metallenes Stäbchen an seinem einen Ende zwischen den Zähnen hält, und an das andere Ende mit irgend etwas Festem anschlägt. Die gleiche Wirkung und zwar in beträchtlichem Grade, wird durch die bloße Luft hervorgebracht, wenn das Trommelfell selbst bedeutend beschädigt ist. So ist denn diese Knochenkette im gesunden wie im krankhaften Zustande des Organs dazu bestimmt, die Eindrücke des Schalls dem Gehirne, und zwar mit dem Vortheile des Hebels zuzuführen; dieser Vortheil besteht darin, daß die Stärke der Schwingung vergrößert und dabei der Raum, welchen sie beschreibt, vermindert wird. Beide Veränderungen mögen dazu beitragen, die Funktion der noch tiefer liegenden Gehörnerven

zu steigern oder zu erleichtern. * Der Nutzen der eustachischen Röhre läßt sich nach pneumatischen Grundsätzen demonstriren. Hinter dem Trommelfell befindet sich eine zweite Höhle, die Trommelhöhle genannt. Die eustachische Röhre ist ein enger, aber zum Durchgang der Luft hinreichend weiter Gang, der von dieser Höhle in den hintern Theil des Mundes führt. Jenen Raum luftleer zu lassen, wäre nicht angegangen; denn in diesem Falle hätte der Druck der Atmosphäre von außen her das Trommelfell, das die Höhle bedeckt, gesprengt. Ebensowenig konnte die Trommelhöhle mit Lymphe oder irgendwelcher Flüssigkeit gefüllt werden; dies hätte offenbar sowohl die Schwingungen der Membran als das Spiel der kleinen Knochen beeinträchtigt. Den Raum durch eingeschlossene Luft einnehmen zu lassen, wäre ein drittes, aber eben so unausführbares Auskunftsmittel gewesen; denn die Ausdehnung dieser Luft durch die Wärme, oder ihre Zusammenziehung durch die Kälte würde das Trommelfell bald ausgedehnt, bald schlaff gemacht haben, und dies in einem mit seiner Funktion unverträglichem Verhältnisse. So blieb denn nichts anderes übrig, als diese Höhle mit der äußeren Luft in Verbindung zu bringen, wozu eben die eustachische Röhre dient; sie hat, mit einem Wort, ganz den gleichen Zweck, wie das Loch in der Seite einer Trommel.

Das Trommelfell selbst verdient ebenfalls die genaueste Betrachtung. Es findet sich nicht in dem Ohre der Fische, und dies beweist noch mehr, daß es einzig zu Aufnahme der

---

* Es wird in dem Anhange gezeigt werden, daß der feine Apparat der vier Knöchelchen mit ihren vier kleinen Muskeln zur Sensation des Schalles durch die Kopfknochen nicht nothwendig ist, wie oben unser Verfasser behauptet; er dient bloß für die feinern Schwingungen der elastischen atmosphärischen Luft, und findet sich auch nur bei Thieren, welche Luft einathmen. Ferner wird man an eben demselben Orte finden, daß diese Knochen, die bei den leisesten Schallschwingungen in Bewegung gerathen, die Eindrücke regulieren und die Nerven schützen.

Eindrücke der Luft oder eines elastischen Mediums geeignet ist. Seine Aehnlichkeit mit einem Trommelfell, von welchem es den Namen entlehnt, fällt in die Augen. Es gleicht diesem namentlich in seiner Haupteigenschaft, darin nämlich, daß seine Brauchbarkeit von seiner Spannung abhängt. Spannung ist sein natürlicher Zustand. Nun wissen wir, daß bei einer Trommel das Fell über einen Reif gezogen ist, und durch Stricke, die an den Umfang des Reifes befestigt sind, nach Erforderniß gespannt wird. Bei der Membran des Ohrs wird derselbe Zweck auf eine einfachere, obgleich nicht weniger kunstreiche und sichere Weise erreicht: das Ende eines Knochens, nämlich der Stiel des **malleus**, zieht den Mittelpunkt der Membran einwärts.

Viertes Kapitel.

Von der Fortpflanzung der Gewächse und Thiere.

Wir haben uns in einem frühern Kapitel den Fall als möglich gedacht, daß durch die Bewegung und den Mechanismus einer Uhr eine zweite Uhr hervorgebracht werden könnte; wir haben uns überzeugt, daß die Kunst und der Plan, den wir an dieser zweiten Uhr bemerken, die Anordnung der Räder, das Ineinandergreifen ihrer Zähne, die Beziehung der einzelnen Theile zu einander und zu dem gemeinschaftlichen Zwecke, die Angemessenheit ihrer Form und Stellung, ihre Verbindung, Thätigkeit, und endlich das zweckmäßige Resultat dieser Thätigkeit durch eine solche Hypothese nicht im geringsten erklärt wäre. Ganz so verhält es sich mit den lebenden Geschöpfen. Der kunstvolle Bau des Auges und des Ohrs ist durch die Abstammung eines Thieres von einem andern keineswegs erklärt. Ich behaupte, daß dieses Gleichniß auf jede Art von Fortpflanzung vollkommen anwendbar ist, und daß, was unter der oben angenommenen Voraussetzung bei einer Uhr galt, auch bei Pflanzen und Thieren gilt.

1. Wir beginnen mit der Befruchtung der Pflanzen. Kann ein Zweifel darüber obwalten, daß der Same eine besondere Organisation in sich schließt? Sey dies ein verborgenes Pflänzchen mit den Mitteln, sich eine Zeitlang selbst zu ernähren, oder sey es irgend etwas Anderes, immer schließt der Same eine Organisation in sich, die zu Hervorbringung einer neuen Pflanze bestimmt und geeignet ist. Hat die Pflanze, die den Samen hervorbrachte, mit dieser Organisation mehr zu thun, als die Uhr mit dem Bau jener zweiten Uhr, die

wir nach unserer Hypothese durch die mechanische Bewegung der ersten entstehen ließen? Oder noch deutlicher, hat sie irgend Theil an dem kunstreichen Produkt? Nein, der geschickte Verfertiger der ersten Uhr, der einen Mechanismus in sie einfügte, aus dem eine andere Uhr hervorging, war in der That der einzige Verfertiger auch der zweiten; alle Eigenschaften der neuen Uhr sind seiner Thätigkeit zuzuschreiben. Der Plan und die Kunst, die sich in ihr offenbaren, zeugen von seiner Erfindungsgabe, seinem Scharfsinn, seiner Geschicklichkeit; von ihm rührt es, wenn jeder Theil an seinem rechten Orte ist, wenn sie geht, wenn sie brauchbar ist. Gerade so ist es bei der Pflanze und dem Samen, der durch sie erzeugt wird. Oder wäre wirklich ein Unterschied zwischen beiden Fällen? Sind nicht beide, Uhr und Pflanze, passive, bewußtlose Substanzen? schufen nicht beide ihres Gleichen durch die Organisation, die in sie gelegt war, ohne eigenen Verstand noch Plan? sind sie nicht bloße Werkzeuge?

2. Wir gehen von den Pflanzen zu den eierlegenden Thieren über, von Samenkörnern zu Eiern. Der Vogel, behaupte ich hier, hat an der Bildung des Eies, das er legt, ganz den gleichen, keinen größern, keinen geringern Antheil, als die Pflanze an der Bildung des Samens, der ihr entfällt. Die innere Einrichtung des Eies ist der Henne ebenso ein Geheimniß, als wenn sie selbst leblos wäre. Ihr Wille kann nichts an der Sache ändern, nicht eine einzige Feder am Küchlein so oder anders machen. Sie kann weder voraussehen noch bestimmen, von welchem Geschlecht ihre Brut seyn werde, oder wie viele von jedem Geschlecht sie haben werde, obgleich sicherlich das junge Geschöpf gleich von Anfang an, je nach seinem Geschlecht, seinen besondern Bildungsproceß hat. So wenig sie die Mittel und Werkzeuge zu Hervorbringung einer neuen Brut sich selbst gab, so wenig ist sie zum voraus von dem Erfolge unterrichtet. Mag immerhin in der zerbrechlichen Schale eine Vorrichtung zu Hervorbringung und Ernährung eines neuen

Thieres enthalten seyn, von ihr kommt diese Vorrichtung nicht; mag noch so viel Kunst daran verschwendet seyn, sie hatte nichts dabei zu thun. Wohl ist in Absicht auf Höhe und Vielseitigkeit der Lebensäußerungen ein Unterschied zwischen Thier und Pflanze, aber es ist ein Unterschied, der mit unserem Argumente nichts zu schaffen hat. Ein Plan, der auf die Form und Beschaffenheit des hervorgebrachten Dings einen Einfluß übte, ist den thierischen Funktionen so fremd wie dem Pflanzenleben. Die Pflanze hat keinen Plan bei Erzeugung des Samens, keinen Begriff von der Beschaffenheit oder dem Zweck dessen, was sie hervorbringt; gerade so ist es bei dem Vogel mit dem Ei; in dieser Beziehung steht er nicht höher als die Pflanze mit ihrem Samen, denn weder Vogel noch Pflanze stehen zu ihren Produkten in einem solchen Verhältniß, wie z. B. der Schreiner zu dem von ihm verfertigten Stuhle. Das ist es aber gerade, was wir brauchen und was wir suchen: ein ursächliches Verhältniß von solcher Art, das uns die Angemessenheit der Mittel zum Zwecke, das gegenseitige Ineinanderpassen erklärt; eine samentragende Pflanze, ein sich fortpflanzendes Thier gibt uns nichts dergleichen an die Hand.

Bei dem Fortpflanzungsprocesse der Pflanzen und Thiere ist ferner zu bemerken, daß die hiezu angewendeten Vorrichtungen keinerlei Aehnlichkeit mit dem hervorgebrachten Dinge haben; in dieser Beziehung gleichen sie abermals den Werkzeugen, die man zu Hervorbringung von Kunstgegenständen anwendet. Die Staubfäden, die Staubbeutel, die Narben der Blumen haben eben so wenig Aehnlichkeit mit den jungen Pflanzen oder auch mit dem durch sie erzeugten Samen, als Meißel und Hobel mit einem Tische oder einem Stuhle. Was sind somit Staubfäden, Staubbeutel und Narben anders als Werkzeuge im eigentlichsten Sinne des Worts?

3. Von den eierlegenden Thieren mögen wir zu solchen übergehen, die lebendige Junge gebähren, und in dieser letzten Klasse wiederum von den Thieren niedersten Rangs zu

den höchsten, von unvernünftigen zu vernünftigen, von Bestien zum Menschen aufsteigen; immerhin mögen wir die ganze Stufenleiter der Wesen durchlaufen: nirgends werden wir etwas finden, worauf unser Gleichniß nicht mehr vollkommen paßte. Das vernünftige Geschöpf erzeugt seine Nachkömmlinge keineswegs mit größerer Sicherheit des Erfolgs als das unvernünftige; der Mensch hat in dieser Beziehung nichts voraus vor dem vierfüßigen Thiere, noch das vierfüßige Thier vor dem Vogel; der Vogel hat nichts voraus vor der Pflanze, und diese nichts vor der Uhr, dem von uns als Beispiel gewählten leblosen Mechanismus. Vernünftigkeit hat somit gar nichts bei der Sache zu thun. Der vernünftige Vater ist die Ursache des von ihm erzeugten Geschöpfs gerade so, wie ein Gärtner die Ursache der Tulpe ist, die auf seinem Blumenbeete wächst. Wir bewundern die Pflanze, wir bemerken die Angemessenheit aller Theile zum Ganzen und zum Zwecke; wir entdecken Vorrichtungen zu ihrer Ernährung, ihrem Wachsthum, ihrer Erhaltung und Fortpflanzung; aber bei all dem denken wir nie an den Gärtner. Nichts von all dem schreiben wir seiner Thätigkeit zu, ob es gleich unzweifelhaft ist, daß wir ohne ihn keine Tulpe hätten. Gerade so ist es mit der Fortpflanzung der Thiere, selbst bis zur höchsten Stufe. Immer brauchen wir für die Kunst, die wir im Bau des neugeschaffenen Dinges erblicken, einen Künstler. Der Erzeuger ist dieser Künstler nicht; schon sein Bewußtseyn entscheidet diese Frage. Er weiß lediglich nicht, warum das von ihm Hervorgebrachte gerade diese und nicht eine andere Form hat, er kann nichts, als über die Wirkung selbst staunen. So wenig es uns daher je einfallen wird, die innere Bildung einer Eichel der Verständigkeit der Eiche, von welcher sie abfiel, oder den Bau einer Uhr der Verständigkeit der ersten Uhr, aus welcher die zweite hervorging, zuzuschreiben, so wenig werden wir die Angemessenheit und Zweckmäßigkeit aller Theile in einem neugebornen Geschöpfe von der Vernünftigkeit des Erzeugers als von ihrer Ursache ableiten dürfen; denn zwischen einer

Vernünftigkeit, die sich nicht äußern kann, und zwischen einer Vernünftigkeit, die gar nicht existirt, ist, unserm Argument gegenüber, kein Unterschied. *

---

* Wenn wir das System eines thierischen Körpers einigermaßen begriffen und eingesehen haben, in welcher Beziehung die verschiedenen Organe zu einander stehen, und wie das Ganze durch den wechselseitigen Einfluß besteht, den alle seine Theile auf einander üben, so wundern wir uns wohl am meisten darüber, wie aus dem einmal vorhandenen Körper, der, so weit wir ihn durchschauen, an und für sich keine Tendenz hat, sich zu vervielfaltigen, ein zweiter hervorgehen könne. Manche Schriftsteller, sogar ganz neue, behaupten, in jedem organischen Körper liege mit dem Keim des Lebens auch ein Keim der Abnahme und des Todes; sie sagen, die Lebenskräfte seyen endlich, und die Zeit müsse kommen, wo sie erschöpft sind. Aber Keime des Todes gibt es in Wahrheit nicht; allerdings stirbt, nach den Gesetzen des thierischen Seyns, das Individuum, es ist aber unrichtig, wenn man sagt, dies rühre von Erschöpfung der Lebenskraft, oder von einer Verderbniß des Materials, aus welchem der Körper zusammengesetzt ist. Wir gewinnen nichts dabei, wenn wir mit der Sprache der einen Wissenschaft Licht in eine andere bringen wollen; es kann nichts frommen, chemische Kunstausdrücke zu gebrauchen, wenn es sich von Leben und Tod handelt. Das Leben hat in jedem Geschöpfe, vom Elephanten bis zur Eintagsfliege, seine Gränze; aber unrichtig ist es, zu sagen, dies rühre daher, daß der Stoff oder die Lebenskraft ausgehe; es ist philosophischer, wenn man sagt, es geschehe in Uebereinstimmung mit dem von der Gottheit vorgezeichneten Plane.

Leben, in dem Sinne, in welchem wir das Wort hier brauchen, geht auf den Keim über, der vom mütterlichen Geschöpfe fällt. Ein Blatt, ein Zweig von einem alten Baume schlägt häufig im Boden Wurzel, es wächst und entfaltet jugendliche Kraft. Von dem Süßwasserpolypen kann man Theile abschneiden, die für sich fortwachsen und dem Muttergeschöpf vollkommen ähnlich werden. Die Fortpflanzung höherer und zusammengesetzterer organischer Körper hat viel Dunkles; aber bei einfacheren, oder sogenannten niedrigern Geschöpfen bei Pflanzen, Zoophyten und Infusorien finden sich Belege genug, daß nicht Erschöpfung oder Verderbniß des körperlichen Stoffes dabei im Spiele ist.

Unter den Infusorien zeigen die sogenannten Monaden, deren es sehr viele Arten gibt, höchst merkwürdige Erscheinungen. Sie

sind von kugelrunder Form; diese Kugel sieht man zuerst sich zusammenziehen, dann sich in Theile spalten, aus deren jedem ein neues, abgesondertes Thier wird. Etwas Aehnliches läßt sich auf künstliche Weise durch Zerschneidung des Süßwasserpolypen oder der Hydra zuwege bringen; was an dem abgeschnittenen Theile fehlt, das wächst hinzu, sey es Kopf oder Schwanz. Die Sache ist jedoch so wunderbar nicht, wenn wir bedenken, daß diese niedern Thierklassen große Aehnlichkeit mit Pflanzen haben, und daß man, wenn man Stücke von ihnen abschneidet, damit Knospen abtrennt. Läßt man solche Knospen frei fortwachsen, so erlangen sie nach und nach selbstständige Bewegung, es wachsen ihnen Fühlhörner zum Ergreifen der Nahrung, und sind sie endlich reif zur Unabhängigkeit, so fallen sie vom Mutterstocke ab. — Das Mikroskop zeigt uns ein anderes Beispiel der Art am Volvox (Drehwurm). Er ist ein durchsichtiges Kügelchen, innerhalb dessen man kleinere Kügelchen wahrnimmt; sind diese reif, so berstet die Mutter, läßt ihre Brut heraus und stirbt. In allen diesen Fällen ist offenbar kein Grund vorhanden, von erschöpfter oder verderbter Materie, oder von geschwächten Lebenskräften zu sprechen.

Bei höheren Thieren von complicirterem Körper sehen wir die eine Reihe von Organen in Abnahme, während eine andere sich erst zu bilden anfängt. Haben wir die erstere im Auge, so müßten wir sagen, die Kräfte seyen in Abnahme begriffen; betrachten wir die andere, so erscheint uns der Körper frisch und kraftvoll. Wir müssen somit zu dem Schlusse kommen, daß das Wachsthum der Körpertheile, die Zeit ihrer Entwickelung, die Abnahme eines Thieres oder eines seiner Organe nach einem gewissen Gesetze festbestimmt ist, welches durch den Ausdruck „Erschöpfung der Lebenskräfte, oder Unvollkommenheit der Materie“ unrichtig bezeichnet wäre. Unvollkommenheit ist ein relativer Begriff, und bedeutet so viel als Unzulänglichkeit zu Erfüllung gewisser Zwecke. Hätten thierische Körper die Bestimmung, bedeutende Zeiträume durchzuleben, dann wäre man gerechtfertigt, wenn man den Stoff, aus dem sie gebildet sind, unvollkommen nennte; aber dies ward bei ihrer Erschaffung offenbar nicht beabsichtigt.

Fünftes Kapitel.

Fortsetzung.

Alles, was wir in unserm ersten Kapitel von der Uhr gesagt haben, findet im wörtlichsten Sinne seine Anwendung auf das Auge, auf Thiere, auf Pflanzen, auf alle organischen Wesen der Schöpfung.

1. Der Umstand, daß eine Uhr vielleicht nicht ganz richtig geht, hat, wie wir gesehen, auf unsere Ueberzeugung, daß sie das Werk eines Künstlers sey, keinen Einfluß. Ganz so ist es bei den Werken der Natur. Unregelmäßigkeiten und Unvollkommenheiten im organischen Körper liegen ganz außerhalb der Frage, so lange es sich einzig und allein um die Existenz eines Schöpfers handelt. Wird nach seinen Eigenschaften gefragt, dann freilich bekommen sie einige Wichtigkeit; aber dann darf auch die Aufmerksamkeit nicht bei ihnen allein verweilen, sondern sie müssen in Verbindung mit den in andern Fällen offen liegenden Beweisen von Macht und Güte betrachtet werden. Die Beweise letzterer Art werden aber wohl so stark, so zahlreich und mannichfaltig seyn, und einige hie und da bemerkbare Mängel so überragen, daß wir uns geneigt fühlen, viel eher die etwaigen Mängel einer uns unbekannt gebliebenen Ursache zuzuschreiben, als an der Weisheit und Güte des Schöpfers zu zweifeln.

2. Ferner kann es, ganz wie wir bei der Uhr voraussetzten, an Pflanzen und Thieren Theile geben, deren Verrichtung, oder aber deren Nutzen uns unbekannt ist. Es ist dies zweierlei. Die Art der Thätigkeit kann uns unbekannt seyn, während der Nutzen in die Augen fällt. Dies gilt unter anderm von den Lungen der Thiere. Wir wissen

nicht, wie eigentlich die Luft auf das Blut wirkt, oder doch nicht, auf welche Weise diese Einwirkung durch die Lungen vermittelt wird; es ist aber Erfahrung, daß durch ganz kurze Unterbrechung ihrer Thätigkeit das Leben des Thieres zerstört wird. * In diesem Falle also kennen wir den Nutzen, ja die Unentbehrlichkeit des Organs aus Erfahrung, obgleich die eigentliche Verrichtung desselben uns unbekannt ist. Fast dasselbe gilt von dem sogenannten lymphatischen Systeme. Wir leiden die größten Beschwerden, wenn es in Unordnung ist, ohne die Verrichtung zu kennen, die ihm im Haushalt unsers Körpers zukommt. Es mag Beispiele der zweiten Art geben, wo uns nicht nur die Bestimmung eines Theils unbekannt ist, sondern wo sogar Versuche zu beweisen scheinen, daß der Theil gar nicht nothwendig, oder sein Nutzen für die Pflanze oder das Thier sehr zweifelhaft ist. Dies soll bei der Milz der Fall seyn, die Hunden ausgeschnitten wurde, ohne daß man irgend eine Störung in ihren Lebensfunktionen bemerkt hätte. Die Beispiele der ersten Klasse, wo wir nur die Art der Verrichtung eines Theils nicht kennen, sind jedoch ungleich zahlreicher. Sie halten gleichen Schritt mit unserer Unwissenheit; denn es sind deren mehr oder weniger, je nach der Bildung der Individuen oder der Stufe, welche die Wissenschaft erreicht hat. Jeder Fortschritt in der Wissenschaft vermindert ihre Zahl. Es vergeht wohl kein Jahr, wo nicht in der Werkstätte der Natur eine Verrichtung oder der Vorgang bei einer Verrichtung, die vorher unbekannt, vielleicht ungeahnt waren, ans Licht gebracht würde. Beispiele der zweiten Art, wo ein Theil als vollkommen

---

* Unzweifelhaft ist es zum Leben erforderlich, daß das Blut, beim Durchgang durch die Lungen, der Luft ausgesetzt und dabei Kohlenstoff ausgestoßen werde. Aber die Beklemmung und Angst, die sich einstellt, sobald Gefahr des Erstickens droht, ist nicht sowohl eine direkte Folge von der Unterbrechung der Funktion, als vielmehr ein Beweis dafür, wie die Sensibilität zur Wächterin über die wichtigen Lebensfunktionen bestellt ist.

überflüssig und nutzlos erscheint, sind meines Wissens sehr selten; in Vergleich mit der Zahl der Fälle, wo der Nutzen augenfällig ist, kommen sie gar nicht in Anschlag; daß es aber doch solche Fälle gibt, rührt vielleicht nur daher, daß man sie nicht mit gehöriger Sorgfalt, nicht lang oder nicht oft genug untersucht hat. Die bis jetzt angestellten Versuche scheinen mir durchaus ungenügend. Ein verstümmeltes Thier kann fortleben und fett werden, (wie z. B. ein Hund, dem die Milz herausgenommen worden ist,) aber es kann in andern Funktionen verkümmert worden seyn; ob diese auch noch nach der Herausnahme jenes Organs sämmtlich gleich kräftig und vollständig vor sich gehen, scheint mir durch Versuche nicht ausgemittelt zu seyn. Allein wäre es auch bis zur Evidenz dargethan, so hätten wir eben einen Fall, auf welchen das bei der Uhr Gesagte anwendbar wäre: daß durch solche überflüssige Theile unsere Schlüsse hinsichtlich der nützlichen oder der von uns als nützlich erkannten Theile nicht aufgehoben werden, und daß in Bezug auf diese letztern Kunst und Plan erwiesen bleiben wie zuvor. *

---

* In den höheren Thierklassen ist der Organismus äußerst complicirt; bei niedrigeren Thieren gehen die Funktionen der Verdauung, des Athemholens, der Ernährung, der Absonderung und des Wachsthums vermittelst eines verhältnißmäßig einfachen Apparates vor sich. Wir dürfen uns daher nicht wundern, daß bei höhern Thieren hin und wieder einzelne Theile abgelöst werden können, ohne daß das Leben hiedurch zerstört wird. Diese Theile sind darum nicht nutzlos; es sind Organe, welche das feinere Ineinandergreifen der verschiedenen Verrichtungen eines höhern Organismus vermitteln.

Hinsichtlich dieser sogenannten überflüssigen Theile dürfen wir nicht vergessen, daß trotz aller Bildungsverschiedenheiten sämmtliche Thiere nach einem und demselben Typus gebaut sind. Die wesentlichen Funktionen sind, wie wir oben sagten, bei allen dieselben; auch haben alle im Baue viel Gemeinsames. Häufig bemerken wir bei einem Thier, dessen Organe in ihrer Entwicklung seiner bestimmten Lebensweise angepaßt sind, Rudimente von Theilen, welche unentwickelt geblieben sind, weil ihnen keine Verrichtung zukommt; und um letztere in ihrer vollen Entwickelung zu beobachten, müssen wir uns bei Individuen anderer Thierarten umsehen.

Ein gewöhnlicher Einwurf der Atheisten ist der: Alles, was wir sehen, müsse nothwendig irgendwelche Form haben, und so könne es eben so gut seine gegenwärtige Form haben als irgend eine andere. Laßt uns diesen Einwurf auf das Auge anwenden, wie früher auf die Uhr. Irgend etwas müßte diesen Platz am Kopfe des Thieres eingenommen, müßte diese Höhlung ausgefüllt haben; dieses Etwas, sagen wir weiter, müßte irgend eine thierische Substanz, etwa Fleisch, Bein, Haut oder Knorpel gewesen seyn. Daß es aber gerade ein Auge gewesen seyn mußte — wir wissen, was wir damit sagen — ein Auge! das vorerst aus einer Reihe durchsichtiger Linsen besteht, deren Substanz, beiläufig gesagt, völlig verschieden ist von all dem undurchsichtigen Material, woraus der übrige Körper besteht, und womit seine ganze Oberfläche, dieses einzige Fleckchen ausgenommen, bedeckt ist; — ein Auge, das hinter seinen Linsen eine Art schwarzen Gewebes (die einzige schwarze Membran im Körper) ausgespannt hat, stets bereit, das Bild aufzunehmen, welches die durch die Linsen fallenden Lichtstrahlen entwerfen, und geometrisch genau gerade an dem Flecke angebracht, wo die gebrochenen Strahlen zusammentreffen und wo allein ein deutliches Bild möglich war; — ein Auge, das vermittelst eines starken Nerven, der sich an jene Membran anschließt, mit dem Gehirne in Verbindung steht, ohne welchen Zusammenhang alle jene Einwirkung des Lichts auf die Membran, und alle jene Modifikation des Lichts durch das Organ verlorene Mühe gewesen wäre; daß diese treffliche Gliederung von Organen nicht wie ein vereinzeltes merkwürdiges Naturspiel, oder wie das große Loos einer Lotterie unter vielen tausend Individuen bloß Einem, sondern einer ganzen Gattung, und unter vielen tausend Gattungen, die wir kennen, nicht bloß Einer, sondern den meisten zufallen mußte, und zwar mit Modifikationen, die nicht zufällig oder willkührlich, sondern offenbar dem jedesmaligen Bedürfniß angemessen sind; — daß dies Alles zusammentreffen mußte, weil doch irgend Etwas diese zwei Stellen am Vorderhaupt

des Thieres habe einnehmen müssen; daß Jemand sich soll vorstellen können, dies Alles sey erklärt durch die kurze Antwort: „Alles, was existire, müsse doch irgend eine Form haben," das ist zu abgeschmackt, als daß wir noch viel dagegen argumentiren sollten. Wir sind nicht befriedigt durch diese Antwort; wir finden sie auch dann noch völlig ungenügend, wenn wir organische Bildungen erklären sollen, die weit unter dem Auge stehen, z. B. versteinerte Schaalthiere, Knochen und andere Substanzen, welche auf ein früheres thierisches oder vegetabilisches Leben hinweisen, bei denen es aber allerdings scheinen könnte, als ob hinsichtlich ihrer Bestimmung und des Orts, an dem sie sich befinden, der Zufall gewaltet hätte. *

---

* Das Wort Zufall ist lediglich nichts als ein kurzer Ausdruck dafür, daß die Ursache eines Dings uns unbekannt ist, oder daß wir nicht wissen, von welcher vorangegangenen Erscheinung wir eine vor uns liegende Erscheinung abzuleiten haben; es ist ganz falsch und führt zu den gröbsten Verstößen, namentlich in dem Zweige der Wissenschaft, den wir hier behandeln, vom Zufall als von einem Ding an sich, wie von einem wirkenden Wesen zu reden. Nehmen wir einmal das gemeinste Beispiel: wir sagen im gewöhnlichen Leben, es hänge vom Zufall ab, was für Nummern die untereinander geschüttelten und geworfenen Würfel zeigen werden; allein wenn wir ihre Lage im Becher, ehe sie geschüttelt werden, die Richtung und das Maaß der angewendeten Kraft, die Zahl der Wendungen des Bechers, die Kreislinie, in welcher die Bewegung erfolgt, die Art, wie der Bewegung Einhalt gethan wird, und die Linie, in der die Würfel ausgeworfen werden — wenn wir dies Alles genau zu beobachten vermöchten, so müßte man mit Bestimmtheit voraussagen können, welche Flächen der Würfel oben seyn werden, und man brauchte weiter nichts, als eine gehörige Zahl von Versuchen zu machen, um die Theorie fest zu stellen. Wenn wir über den Erfolg ungewiß sind, so rührt es einzig daher, daß wir alle die eben angegebenen Umstände nicht genau zu beobachten vermögen; die Unsicherheit, in der wir uns hinsichtlich derselben befinden, heißt nun Zufall. Eben so unrichtig ist es im Grunde, zu sagen, dies oder jenes sey absichtslos geschehen. Was wir mit diesem Ausdruck meinen, ist bloß, daß unser Plan, unsere Absicht bei einer gewissen

4. Wir haben aus der zweckmäßigen Anordnung aller Theile des thierischen Körpers den Schluß gezogen, daß sich in Erschaffung desselben ein bestimmter Plan und ein Schöpfer, der den Plan entworfen, offenbare. Diesem Schluß versuchte man nun manchmal die Wendung zu geben, daß die Theile nicht voraus für den Gebrauch bestimmt gewesen seyen, sondern daß der Gebrauch erst folge. Ein Schreiner reibt ein Mahagonibrett mit Fischhaut; es würde aber doch zu viel behauptet seyn, daß der Hayfisch deßwegen eine so rauhe und körnigte Haut erhalten habe, damit der Schreiner sie benützen und den Mahagoni damit poliren könne. Die Unterscheidung ist demnach wohl begründet; aber bei den Werken der Natur findet sie, meiner Meinung nach, gar wenig Anwendung. Wendet man jenen Satz geradezu und allgemein auf sie an, wie es schon geschehen ist, so ist es ebensoviel, als wenn Jemand behauptete, alle Werkzeuge in der Werkstätte des Schreiners, somit auch seine Fischhaut, seyen zufällig entstandene Dinge, die der Schreiner da oder dort aufgelesen und zu seinem Gebrauche verwendet habe; seine Hobel, Sägen und Bohrer u. s. w. seyen nicht, wie man gewöhnlich meint, zum hauen, schneiden, hobeln, sägen und bohren gemacht; sondern da sie einmal gemacht gewesen, — gleichviel ob mit oder ohne Absicht — da habe der Schreiner bemerkt, daß sie zu seinen Zwecken brauchbar seyen, und demgemäß habe er sie dann auch angewendet.

Noch einmal, wo immer diese Behauptung auf solche Theile eines Thieres angewendet wird, deren Thätigkeit nicht von dem Willen des Thieres abhängt, da springt das Widersinnige derselben sogleich in die Augen. Wie kann man glauben, daß das Auge geschaffen worden sey, ohne zum

---

Gränze stille steht, und wir es dann den Naturgesetzen überlassen müssen, das Uebrige vollends auf sich zu nehmen. Allein unsere eigene Beschränktheit ist offenbar nicht auf die Natur und ihre Thätigkeiten überzutragen.

Voraus zum Sehen bestimmt gewesen zu seyn? Sollte erst das Thier es ausfindig gemacht haben, daß dies Werkzeug zum Sehen tauge, obgleich es nicht gerade absichtlich hiezu verfertigt war? und sollte die Verrichtung des Auges, als eines Sehorgans, erst diese Entdeckung und deren Anwendung von Seiten des Thiers zur Veranlassung haben? Dasselbe läßt sich beim Ohr und allen übrigen Sinnen fragen. Keiner der Sinne ist seinem Wesen nach vom freien Willen, somit auch nicht von der Ueberlegung des Thieres abhängig; die Einwirkung der äußeren Gegenstände bestimmt ihre Thätigkeit, und unter dieser Einwirkung verhält sich das Thier passiv. Es kann zwar Gegenstände dem Sinne nahe, oder in den Bereich des Sinnes bringen, es kann diese Gegenstände auswählen; aber über die Einwirkung selbst hat es wenig oder keine Macht, und dies macht eben das Wesen des Sinnes aus.

Nun gibt es zwar am thierischen Körper manche Theile, die mehr als die Sinne vom Willen abzuhängen scheinen; allein auch in Bezug auf diese ist jene Behauptung unrichtig. Wenn wir sie z. B. auf den menschlichen Körper anwenden, so gestalten sich Fragen daraus, über die kein vernünftiger Mensch im Zweifel seyn kann. Man müßte nämlich fragen, ob die Zähne ausdrücklich zum Kauen der Speisen, die Füße zum Gehen, die Hände zum Fassen gemacht seyen? oder ob, da diese Dinge einmal faktisch in dem Besitze des Menschen sind, erst sein eigener Scharfsinn ihn gelehrt habe, daß sie zu den genannten Zwecken brauchbar seyen, obgleich bei ihrer Erschaffung nichts der Art beabsichtigt worden? Nur in so weit hat diese Auffassungsweise einen vernünftigen Sinn, daß in manchen Fällen die Organisation eines Thieres seine Gewohnheiten und seine besondere Lebensweise zu bestimmen scheint, und dann mag man gewissermaßen sagen: der Gebrauch sey Ausfluß

der Organisation. * Allein in allen Fällen, wo eine solche Annahme statthaft erscheint, läßt sich entgegnen, daß die Organisation das Thier zu Gewohnheiten bestimmt, die zu seinem eigenen Wohl gereichen, und daß diese Wirkung nicht so regelmäßig eintreten würde, wenn nicht die verschiedenen Organisationen in einer wohl berechneten, plangemäßen Beziehung zu den Gegenständen stünden, die das Thier umgeben. Ohne dies wären es Fähigkeiten ohne Gegenstand, Kräfte ohne Beschäftigung. Der Schwimmfuß, sagt ihr, bestimmt die Ente zum Schwimmen; aber was würde er sie nützen, wenn nirgends Wasser zum Schwimmen wäre? Der starke, gekrümmte Schnabel und die scharfen Krallen einer Vogelgattung bestimmen diese, auf andere Thiere Jagd zu machen; der schwache, gerade Schnabel und die schwachen Klauen einer andern Gattung weisen diese darauf an, nur Samenkörner zu suchen: aber mit all dieser Anweisung wäre für die Ernährung der Vögel nicht gesorgt,

---

* Wir täuschen uns hiebei selbst. Die Fertigkeit, welche die Uebung verleiht, verführt uns zum Glauben, das Vermögen sey durch den zufälligen Besitz des Werkzeugs erlangt worden. Allein dieser Schein verschwindet, sobald wir zwischen dem Menschen und den übrigen Geschöpfen einen gehörigen Unterschied machen. Jener hat die Bestimmung, seine Fähigkeiten allmählig zu entwickeln, und die Langsamkeit, mit welcher er vollkommene Fertigkeit erlangt, läßt uns in einigem Zweifel über das Verhältniß zwischen seiner Anstrengung und dem angewendeten Werkzeug. Bei den letztern aber fällt alle Ungewißheit weg: ihr Trieb und Instinkt, und der Gebrauch ihrer Werkzeuge sind von Anfang an so vollkommen, daß alle weitere Entwicklung wegfällt. Der Fliegenschnapper bedarf keiner Erfahrung, um sein Auge zu richten, nie darf er eine Bewegung seines Schnabels durch eine zweite rectificiren. Heiße das Werkzeug Horn, Zahn oder Stachel, — mit dem Werkzeug ist auch gleich die Fähigkeit es zu gebrauchen gegeben, und die Art der Thätigkeit vorgeschrieben. Die Spinne webt ihr Netz, ohne je das Weben besser zu lernen; sie spinnt es auf eine Art aus, daß eine Verbesserung desselben gar nicht möglich ist.

wenn sich nicht jagdbare Thiere oder Sämereien innerhalb ihres Bereichs fänden. Die eigenthümliche Bildung des Schnabels, der Zunge und der Klauen beim Baumspechte bestimmen diesen Vogel, zu seiner Nahrung Insekten aufzusuchen, die sich hinter der Rinde oder im Holze fauler Bäume aufhalten: aber was würde dies Alles ihn nützen, wenn es keine faulen Bäume oder keine Insekten hinter ihrer Rinde und in ihrem Holze gäbe? Der Rüssel, mit welchem die Biene ausgerüstet ist, bestimmt sie, Honig zu suchen: aber was würde sie der Rüssel helfen, wenn die Blumen keinen Honig enthielten? Fähigkeiten, die den Thieren auf das Ungefähr hin und ohne Beziehung auf die sie umgebenden Gegenstände ertheilt wären, könnten ihnen nicht so nützlich und wohlthätig seyn, wie sie wirklich sind; erkennen wir aber an, daß eine solche Beziehung statt finde, so war auch ein Plan dabei.

Auf die Pflanzen endlich ist die Behauptung vollends gar nicht anwendbar. Die Theile der Pflanzen entsprechen ihrem Zweck ohne irgend eine Thätigkeit des Willens oder der Wahl von Seiten der Pflanze.

5. Andere führen alle Dinge auf ein in der Natur herrschendes Prinzip der Ordnung zurück. So lautet das Wort; was man aber unter einem solchem Prinzip, abgesehen von einem intelligenten Schöpfer, verstehe, das ist weder durch Definition noch durch Beispiele näher erklärt; ohne nähere Erklärung aber scheint hiebei statt eines Grundes nur ein Name, statt der Sache ein Wort hingestellt. Ordnung ist an und für sich nichts als Anpassung von Mitteln zu einem Zweck; ein Prinzip der Ordnung also kann nichts anderes bedeuten, als den Willen oder die Absicht, Mittel einem Zwecke anzupassen. Gesetzt aber auch, es wäre noch eine andere Erklärung möglich, wäre sie dann auch durch Erfahrung und Analogien unterstützt? Wurde je eine Uhr durch ein Prinzip der Ordnung geschaffen? und warum sollte eine Uhr nicht eben so gut auf diese Weise zu Stande kommen, als ein Auge?

Gegen ein Prinzip der Ordnung, das blindlings und ohne Wahl handelt und durchgreift, spricht ferner die Beobachtung, daß Ordnung keineswegs allgemein in der Natur ist; das müßte sie aber seyn, wenn ihr ein konstantes und nothwendiges Prinzip zu Grunde läge: auch ist sie nicht bloß aufs Gerathewohl an dem einen Ort angebracht, an dem andern nicht; so würde es aber seyn, wenn sie von einem unintelligenten Prinzip ausginge. Wir finden Ordnung oder Regelmäßigkeit da, wo sie nothwendig ist: wir entdecken aber nichts von ihr, wo sie überflüssig wäre. Beim Bau des Auges (wir halten uns fortwährend an dieses Beispiel), in der Form und Lage seiner verschiedenen Theile, ist die genauste Ordnung beobachtet. In der Form der Felsen und Berge, in den Linien, welche die Küsten der Festländer und der Inseln bilden, in der Gestalt der Buchten und Vorgebirge ist keinerlei Ordnung wahrzunehmen, weil sie hier überflüssig wäre. Es wäre kein nützlicher Zweck dadurch erreicht worden, wenn Felsen und Berge regelmäßige feste Massen, und das Bett des Oceans eine geometrische Curve bildeten.

6. Endlich sollte unsere Zuversicht bei Beobachtung augenfälliger Beweise von Kunst, Wahl und Plan in den Werken der Natur, und unser Vertrauen auf die Schlüsse, die wir daraus ziehen, nicht so leicht erschüttert werden, wenn man uns, wie so oft geschieht, unsere Unwissenheit vorrückt, oder uns im Allgemeinen an die Mangelhaftigkeit unserer Naturkenntniß erinnert. Diese Betrachtung sollte uns auch dann noch nicht irre machen, wenn es sich von Dingen handelt, die offenbar den Kreis unseres Wissens überragen. Eben darin besteht wahre Geisteskraft, daß wir uns in dem, was wir einmal wissen, durch das, was uns unbekannt ist, nicht irre machen lassen. Bemerken wir einen wohlthätigen Zweck, und Mittel, die diesem Zwecke angemessen sind, so wissen wir genug für unseren Schluß. Ist nur dies klar, dann liegt nichts daran, wie viel etwa noch dunkel ist. Wenn wir uns z. B. von der Wohlthätigkeit des Gesichtssinns für

die Thiere und von der zweckmäßigen Einrichtung des Auges als Sehorgan überzeugt haben, thut es dem Schlusse, den wir aus diesen zwei Prämissen ziehen, Eintrag, daß wir uns die Verrichtung der Milz nicht zu erklären wissen? Noch mehr: wenn es Theile im Auge gibt, wie z. B. die Hornhaut, die Crystalllinse, die Nervenhaut, welche nach Stoff, Form und Lage augenscheinlich, oder wenigstens eben so gewiß als die Gläser und Röhren eines Telescops, die Hervorbringung eines Bildes zum Zweck haben, so wird unser Schluß auf einen Plan und einen Künstler, der den Plan entworfen, noch nicht erschüttert, wenn es vielleicht im nämlichen Auge noch andere Theile, etwa gewisse Muskeln oder Nerven gibt, von deren Wirkung wir keine Rechenschaft zu geben wissen; zweifeln wir ja doch auch nicht, zu welchem Zweck ein Teleskop gebaut sey, oder daß es überhaupt verfertigt sey, weil wir einige Schrauben und Nägel an ihm finden, deren Nutzen uns nicht klar ist. Ich weiß, es ist ein sehr gewöhnliches Mittel, uns dadurch Zweifel und Bedenklichkeiten einzuflößen, daß man uns an unsere Unwissenheit und Schwäche erinnert, daß man uns sagt, wie wenig wir von diesem oder jenem Gegenstande wissen, wie unvollkommen auch dieses wenige Wissen sey, oder endlich, daß all unser sogenanntes Wissen eigentlich gar kein Wissen sey. Unser Selbstbewußtseyn bestätigt dies allerdings, und so kann sich in uns Mißtrauen in unsere Fähigkeiten und Schlüsse erzeugen. Wir haben aber Unrecht. Die Ungewißheit, in der wir hinsichtlich eines Dings sind, benimmt der Gewißheit hinsichtlich eines andern lediglich nichts. Das Viele, was wir nicht wissen, hebt das Wenige, was wir wissen, nicht auf. Ehe wir uns in irgend einem besonderen Falle einem Scepticismus hingeben, zu welchem Vorstellungen der genannten Art leicht verleiten, müssen wir vorher genau untersuchen, ob unsere Unwissenheit oder unser Zweifel solche Punkte betreffe, auf denen unser Schluß beruht. Was unsern Schluß nichts angeht, ist dann auch von keiner Bedeutung für uns.

Ein besonnener Denker hält von seiner Schlußreihe nicht bloß, was er weiß, sondern auch, was er nicht weiß, ferne, sobald es Gegenstände sind, die nicht wirkliche Glieder seines Beweises bilden, oder wenigstens genau mit seinem Gegenstande zusammenhängen. Was außerhalb desselben liegt, hat für seinen Schluß gleichen Werth, er mag es wissen oder nicht.

Siebentes Kapitel.

Mechanisches und Unmechanisches am Thier- und Pflanzen-Körper.

Wenn wir Mechanisches und Unmechanisches an Thieren und Pflanzen unterscheiden, so geschieht es nicht, als ob wir voraussetzten, daß es an Thieren oder an Pflanzen Theile gebe, die nicht aus einem schaffenden Verstande hervorgegangen, oder nicht mit Hinsicht auf einen bestimmten Zweck und gemäß den bestimmten Gesetzen, die Stoff und Bewegung beherrschen, gebildet wären; noch wollen wir damit die Vermuthung aussprechen, als ob es Theile gebe, die, obgleich sie jenen Gesetzen gehorchen, ihren Zweck nicht erfüllen: wir machen jene Unterscheidung bloß, weil diese Gesetze selbst nicht in allen Fällen von uns gleich vollkommen eingesehen werden, oder, was dasselbe ist, weil sie sich nicht überall in gleich einfachen Bildungen und Prozessen aussprechen. *

---

* Diese Bemerkung ist sehr richtig. Wenn wir ein Organ besonders geeignet nennen, uns einen Plan erkennen zu lassen, so können wir damit nichts anderes meinen, als daß wir den bei seinem Bau obwaltenden Zweck zum Theil durchschauen. Allein wenn wir vollkommen verstünden, was Alles zum gehörigen Gange der Lebensfunktionen eines Thieres gehört, so wäre an demselben nicht ein einziger Theil, der nicht unsere Bewunderung erregte. Nehmen wir z. B. ein Stück unserer Haut und betrachten wir ihre außerordentliche, so äußerst fein abgewogene Empfindlichkeit: vermöchten wir nun gleichsam in die Poren einzudringen und die Kraft, welche die Absonderung und Einsaugung regelt, vollständig zu fassen, verstünden wir ganz die Beziehungen dieses Organs, einerseits zum innern Haushalt des

Zum Beispiel, das Prinzip der willkührlichen wie der unwillkührlichen Muskelbewegung, d. h. die Ursache, welche die Anschwellung des Muskelbauchs und in deren Folge den Zug der Sehne bedingt, ist uns gänzlich unbekannt. Ebenso wenig wissen wir, ob die jene Bewegung vermittelnde Substanz eine Flüssigkeit ist, oder ein Gas, ob es Electricität ist, oder keines von allen diesen, oder gar nichts derartiges. Hieraus folgt natürlich, daß uns auch die Gesetze, denen diese Substanz in ihrer Bewegung gehorcht, unbekannt sind. Bei keiner Maschine, die von Menschenhand gemacht ist, bei keinem chemischen Prozesse, den wir selbst veranstalten, entdecken wir etwas, was mit dieser Muskelzusammenziehung Aehnlichkeit hätte. Bis zu diesem Punkte gestehen wir also unsere Unwissenheit, jedoch nicht weiter. Denn nachdem wir das Daseyn einer uns unbekannten bewegenden Kraft anerkannt, ist die Anordnung der Fasern selbst, sowie der ganze Bau des Muskels, in welchem jene bewegende Kraft waltet, für uns eine rein mechanische und kann von uns eben so gut erkannt werden, als der Zusammenhang der Drähte und Fäden, durch welche eine Marionette bewegt wird. Wir sehen somit, was am thierischen Körper mechanisch ist, und was nicht. Der Nerveneinfluß (denn wir sind oft genöthigt, Dingen, von welchen wir gar wenig wissen, Namen zu geben) — der Nerveneinfluß, sage ich, durch welchen der Bauch oder der mittlere Theil des Muskels angeschwellt wird, ist nicht mechanischer Natur. Die Wirkung und die Absicht dabei sehen wir ein; die Art und Weise dieses Einflusses sind uns unbekannt.

Körpers, andererseits zur Beschaffenheit der äußeren Atmosphäre, dann hätten wir nicht nöthig, unsern Beweis immer nur vom Bau des Auges oder des Ohres herzunehmen. Nähmen wir auch nur eine einzige jener Millionen Cellen, die zwischen den festeren Theilen des menschlichen Körpers liegen, dem Ganzen Elasticität verleihen, den Umlauf aller Säfte, die Muskelthätigkeit und die verschiedenen Bewegungen des Körpers eigentlich erst möglich machen — diese Eine Zelle und ihr kunstreicher Bau gäben uns eben so viel Stoff zur Bewunderung, als ein ganzes Gelenk des Körpers.

Allein die Dunkelheit, in der wir uns hinsichtlich des Grundes der Muskelbewegung befinden, macht uns nicht irre in unsern Beobachtungen, soweit diese auf die Folgen jenes Einflusses gerichtet sind. Wir beobachten 1) die Form des Muskels, und sehen hier, wie das Anschwellen seines mittleren Theils oder Bauchs nothwendig und auf mechanische Weise das Zurückziehen der Sehnen zur Folge hat; 2) die Zahl und Mannichfaltigkeit der Muskeln, und die entsprechende erstaunlich-große Zahl und Mannichfaltigkeit der Bewegungen, zu denen das Thier dadurch befähigt wird; 3) die sinnreiche, weise, künstliche Anordnung eines jeden Muskels für sein besonderes Geschäft, den Theil, an welchem er befestigt ist, in einer bestimmten und besondern Richtung zu bewegen. Dieser Mechanismus läßt sich an einer Menge von Beispielen anschaulich machen; wir führen hier bloß ein einziges an: die Sehne des sogenannten Rollmuskels am Augapfel läuft durch einen knorplichten Ring, und schlingt sich um, ganz wie ein Schiffstau um eine Rolle oder einen Balken geschlungen wird, um es in einer bestimmten Richtung ziehen zu lassen. Alles dies ist, wie gesagt, rein mechanisch, der Beobachtung zugänglich, und eben so erklärbar wie der Mechanismus eines Automaten. Nehmen wir an, der Automat werde durch einen Magnet in Bewegung gesetzt, so haben wir eine Vergleichung, die für unseren gegenwärtigen Zweck vollkommen paßt. Wir wissen von dem magnetischen Fluidum vielleicht gerade so viel oder so wenig als von dem Nervenfluidum. Haben wir aber einmal magnetischen Zug, dessen Ursache wir hier nicht weiter zu verfolgen brauchen, als die den Automaten bewegende Kraft angenommen, so vermögen wir mit vollkommener Sicherheit und Klarheit den Mechanismus der Stangen, Räder, Gelenke und Schrauben, durch welche die Bewegung bis zu den Fingern der Figur fortgeleitet wird, einzusehen und im Einzelnen nachzuweisen; wollte man nun gegen unsere sichere Erkenntniß des im Automaten durchgeführten kunstreichen Plans den Einwurf machen, daß in der Lehre vom Magnetismus noch viele Punkte dunkel, unaufgeklärt

und strittig seyen, so wäre dies ganz dasselbe, als wenn Jemand aus unserer anerkannten Unwissenheit hinsichtlich der Ursache der Nerventhätigkeit, oder des Baus der Nerven, einen Grund hernehmen wollte, alle unsere Untersuchungen hinsichtlich der mechanischen Theile unsers Körpers zu verdächtigen, oder in Frage zu stellen. Wenn man ein belebtes Geschöpf eine Maschine nennt, so ist dies weder ganz wahr, noch ganz falsch. Die Unterscheidung, die wir bisher durchgeführt, weist hinlänglich darauf hin, in wiefern diese Vergleichung richtig ist, in wiefern nicht. Und man mag nun die Unterscheidung zwischen Mechanischem und Unmechanischem für wesentlich halten oder nicht, das darf man nie vergessen, daß es eben so falsch als unrecht ist, wenn man unsern Blick dadurch zu trüben oder unsere Schlüsse dadurch zu verdächtigen sucht, daß man uns zu verstehen gibt, wir wüßten nichts von der willkührlichen Bewegung, von der Reizbarkeit, vom Prinzip des Lebens, von dem letzten Grund der Empfindung, von der thierischen Wärme und von all den Momenten, welche die thierischen Funktionen bedingen; denn unsere Unwissenheit hinsichtlich dieser Punkte hat mit unserer Kenntniß der mechanischen Theile des thierischen Körpers nichts zu schaffen. Ich behaupte daher, in allen Thierkörpern herrscht Mechanismus, und zwar ganz auf dieselbe Art, wie in den Produkten menschlicher Kunst; wir sind im Stande, diesen Mechanismus vollständig zu begreifen, und dies trotz dem, daß der Mechanismus manchmal etwas Nichtmechanischem vorausgeht oder folgt; jeder mit Sicherheit erkannte und erklärte Mechanismus, möge er durch die Natur oder durch Menschenhand geschaffen seyn, beweist Kunst und Plan, und zwar auf die allerbündigste Weise. Indem ich diese Sätze aufstelle, schließe ich damit die Behauptung nicht aus, daß sich manche Fälle finden, wo wir den Mechanismus nicht auseinandersetzen, bei denen wir vielleicht nicht einmal das Vorhandenseyn eines Mechanismus beweisen können, wobei wir aber nichts desto weniger mit Sicherheit zum selben Schlusse gelangen.

Ich meine damit den chemischen Prozeß in unserm

Körper. Bei der Unvollkommenheit unserer Chemie ist er uns sehr unklar, und was wir davon wissen, ist weder der Art noch dem Grade nach mit unserer Einsicht in das Mechanische des thierischen Baus zu vergleichen. Die Chemie unseres Körpers gibt uns daher auch nicht so augenfällige Beweise an die Hand, wie sein Mechanismus, immer aber noch in hohem Grade befriedigende. Betrachten wir einmal jene Flüssigkeit, welche die Nahrungsmittel in dem Magen der Thiere zersetzt, den sogenannten Magensaft. Er ist unter allen auflösenden Säften der wirksamste, der universellste. Welch eine Menge fremdartiger, unter sich ganz verschiedener Dinge verwandelt er z. B. im menschlichen Körper in wenigen Stunden in eine gleichförmige, brei-, milch- oder schleimartige Masse. Er greift Alles an, er löst das Gefüge fast aller Körper, die in seinen Bereich kommen, auf. Das Fleisch von beinahe allen Thieren, die Samen und Früchte der meisten Pflanzen, die Wurzeln, Stengel und Blätter vieler andern, so hart und zäh sie auch seyn mögen, unterliegen seiner zersetzenden Kraft. Die Veränderung, die er hervorbringt, unterscheidet sich von der Wirkung aller chemischen Auflösungen, die wir selbst hervorzubringen vermögen, oder die uns überhaupt bekannt sind, unter Andern dadurch, daß in unserer Chemie bestimmte Flüssigkeiten nur auf bestimmte Substanzen wirken. Man bemerke weiter, daß dieses Fluidum, dessen Wirkungen stärker sind als die eines ätzenden Alkalis oder einer Mineralsäure, des rothen Präcipitats, ja selbst des Scheidewassers (aqua fortis), nichtsdestoweniger, wenn man es berührt oder kostet, so mild und geschmacklos ist, als wie Speichel oder Gummiwasser, dem es auch viel gleicht. Man betrachte, sage ich, alle die Eigenthümlichkeiten der Verdauung und des Saftes, mit welchem das Hauptorgan versehen ist, oder besser, mit welchem es sich selbst fortwährend versieht, und man wird bekennen, daß die Verdauung den ihr öfters beigelegten Namen: „das chemische Wunder des Organismus," verdient.

Bis auf den heutigen Tag ist uns die Zusammensetzung

dieses Fluidums und die Art seiner Wirkung unbekannt; daher sind wir auch nicht im Stande, es, wie den Mechanismus unsers Körpers, mit den Produkten menschlicher Kunst zu vergleichen. Sollte es je einmal dahin kommen, und unmöglich ist dies wohl nicht, daß wir im Stande sind, Ingredienzien so zusammenzusetzen, daß sie ein Auflösungsmittel bilden, das gleich dem Magensaft wirkt, dann werden wir auch einsehen, von welchen chemischen Prinzipien seine Wirksamkeit abhängt, so wie, von welchem Theile des Körpers und von welchen Prozessen diese Prinzipien ausgehen.

Sollten wir uns nun dadurch, daß unsere Chemie noch so mangelhaft ist, abhalten lassen, in einem merkwürdigen Naturprodukt schöpferischen Plan zu erblicken, da uns doch sein Verhältniß zum Körper, seine Eigenschaften, seine außerordentliche Wirkung, sein unschätzbarer Werth so deutlich darauf hinweisen? *

Eine andere höchst merkwürdige Thätigkeit des thierischen Körpers ist die Absonderung oder Secretion. Diese Thätigkeit ist halb chemisch, halb mechanisch; sie ist ausnehmend wichtig und mannichfaltig in ihren Wirkungen, aber was

---

* Nach Aufzählung der mancherlei Dinge, die durch den Magensaft aufgelöst werden, ist noch der außerordentlichsten Thatsache zu erwähnen, daß die so zarte Magenwand selbst, die feiner und weicher als die Umkleidung des Auges ist, von einer Flüssigkeit nicht angegriffen wird, der unser Verfasser mit einiger rhetorischen Licenz eine größere Zersetzungskraft, als sogar dem Scheidewasser zuschreibt. John Hunter hat nachgewiesen, daß es der Lebensprozeß ist, was die Magenwände schützt. Es liegt hierin ein eben so wichtiger als merkwürdiger Beweis, welche Kraft einzig das Leben den Membranen und Gefäßen ertheilt; denn da der Magen in einem todten Körper diesem auflösenden Safte nicht länger widersteht, so werden seine Häute zerstört, wenn sich das Fluidum bereits in den Magen ergossen hatte, als die Person starb. Daher kommt es, daß schon oft Personen für vergiftet angesehen und Verwandte fälschlich angeklagt wurden, wenn man bei Oeffnung des Leichnams den Magen so durchlöchert fand, als ob der Lebende ein scharfes Gift erhalten hätte.

die Apparate und die Prozesse betrifft, wenig bekannt. Die Wichtigkeit der Secretionsorgane erweist sich nur zu deutlich durch die Uebelstände, welche eine übermäßig gesteigerte, eine unterbrochene oder verdorbene Secretion beinahe immer in ihrem Gefolge hat. Ist auch nur eine einzige Secretion nicht in ihrem geregelten Gange, so reicht dies hin, das Leben elend zu machen, oder es zu zerstören. Nicht minder bemerkenswerth ist die Mannichfaltigkeit der Secretionen. Aus demselben Blute des menschlichen Körpers werden gegen zwanzig verschiedene Flüssigkeiten abgesondert, die in ihren wahrnehmbaren Eigenschaften, in Geschmack, Geruch, Farbe und Dichtigkeit einander so unähnlich als möglich sind; die einen sind dick, andere dünn, die einen salzig, andere bitter oder süß, und gehen wir vollends von unserem Körper zu andern Thierkörpern über, so finden wir in den Secretionen desselben nicht nur die verschiedensten, sondern auch die entgegengesetztesten Eigenschaften; wir begegnen den nahrhaftesten Stoffen und dem tödtlichsten Gifte, den angenehmsten Wohlgerüchen und wahrhaft mephitischem Gestank. Der größte Theil der ausgeschiedenen Substanzen wird nach seiner Ausscheidung im thierischen Haushalt wieder verwendet; hieher gehört der Magensaft, der Speichel, die Galle, der öligte Schleim, welcher die Gelenke schlüpfrig macht, die Thräne, die das Auge befeuchtet, das Schmalz, durch welches das Ohr verwahrt ist. Andere Flüssigkeiten dagegen scheinen bloß deswegen abgesondert zu werden, um sofort ausgeworfen zu werden. Daß dies ebenfalls nothwendig ist, obgleich wir den ursprünglichen Grund davon nicht einzusehen vermögen, ergibt sich aus den Folgen, die entstehen, wenn die Ausscheidung lange zurückgehalten wird: sie sind Krankheit oder Tod. — Verwandt mit der Secretion, wo nicht gar dasselbe, ist die Assimilation, d. h. derjenige Prozeß, durch welchen das Blut in Knochen, Muskel, Nerven, Haut und Sehne, kurz in Dinge verwandelt wird, die von einander so verschieden sind, als Holz, Eisen, Leinwand und Takelwerk, woraus ein Schiff sammt seiner ganzen

Ausrüstung besteht. Es gibt keine künstliche Operation, die mit jenem Prozesse der Assimilation zu vergleichen wäre, wahrscheinlich aus keinem andern Grunde, als weil alles Kunstwerk weit hinter ihm zurücksteht. Keine chemische Anziehung, keine chemische Zersetzung einer Substanz in die Theile, aus denen sie besteht, keine mechanische Sichtung oder Theilung, so weit wir sie immer vorzunehmen vermögen, kommt hinsichtlich der Vollkommenheit des Prozesses oder der Mannichfaltigkeit der Produkte der thierischen Secretion gleich oder nahe. Nichtsdestoweniger ist der Vorgang, der ganze Prozeß uns dunkel, wenn auch nicht ganz unserer Untersuchung entrückt.

In einigen, aber auch nur in einigen Fällen ist uns einigermaßen ein Blick in den Bau einer Drüse gegönnt. In den Nieren größerer Thiere können wir die unendliche Veräſtlung der Nierenschlagader verfolgen, und beobachten, wie die Enden der feinsten Aeste immer mit kleinen runden Körperchen zusammenhängen, in deren Substanz das Geheimniß der Maschinerie zu liegen scheint; denn in ihrem Innern geht die Veränderung vor sich. Wir bemerken kleine Röhren, die von diesen runden Körperchen oder Klümpchen gegen das Nierenbecken zulaufen, welches eine Art von sackförmigem Trichter im Innern der Nieren ist. Wir sehen, wie diese feinen Röhren sich mit einander vereinigen und dadurch größere Röhren bilden, alsdann so vereinigt sich in unzähligen Papillen endigen, durch welche die ausgeschiedene Flüssigkeit in ihren Behälter träufelt. Dies ist Alles, was wir von dem Mechanismus einer Drüse wissen, und dies erst noch in dem Falle, der unserer Forschung am zugänglichsten erscheint. Deßwegen aber auszusprechen, daß wir von thierischer Secretion gar nichts, oder wenigstens nichts Befriedigendes wissen, und mit dieser kurzen Bemerkung die Sache ganz fallen zu lassen, oder bei Seite zu schieben, das wäre denn doch zu voreilig, ja unvernünftig. Für unsern Zweck, der einzig darauf ausgeht, auch in dieser Vorrichtung Plan und Absicht zu entdecken, wissen wir

sehr viel. Wir sehen, wie das Blut durch eine Röhre oder einen Canal zu der Drüse hingeführt wird. Wir sehen einen organischen Apparat, den wir eben „Drüse“ nennen, mag er nun gebaut seyn und operiren, wie er will. Wir sehen, wie das Blut oder ein Theil des Bluts durch einen andern Kanal, eine Vene, die Drüse wiederum verläßt, nachdem es sie durchzogen und ihrer Einwirkung unterworfen worden. Endlich bemerken wir einen dritten Abzugskanal, den Ausführungsgang, durch welchen eine neue, ganz eigenthümliche Flüssigkeit ausfließt, die in einigen Fällen ganz aus dem Körper geschafft wird, in andern Fällen im Körper zurückbehalten wird, und hier wesentliche und wichtige Dienste leistet. Wollten wir nun immer noch behaupten, wir wissen nichts von der eigentlichen, innern Beschaffenheit einer Drüse, oder der Art, wie sie auf das Blut einwirkt, so würden wir einem Menschen gleichen, der vor einer Spinnmaschine, einer Kornmühle, einer Krempel- oder einer Dreschmaschine steht, und das Werk in vollem Gange sieht, während die Maschinerie und Alles, was im Innern vorgeht, durch ein äußeres Gehäuse seinen Blicken entzogen, oder jedenfalls zu fein und zu künstlich ist, als daß sein ungeübter Verstand es begriffe, auch wenn Alles vor seinen Augen vorginge. Der ungelehrte Zuschauer sieht, wie man auf einer Seite irgend ein Material in die Maschine bringt, z. B. ungemahlenes Korn in die Mühle, rohe Baumwolle in die Spinnmaschine, ungedroschene Garben in die Dreschmaschine; wendet er sich zu der andern Seite des Apparats, so sieht er, wie das nämliche Material in verändertem Zustande aus der Maschine herauskommt, und was noch mehr ist, er sieht, daß es sich in seiner neuen Form ganz zu künftiger Verwendung eignet; aus dem Korn wurde Mehl zur Brodbereitung, aus der Wolle wurden Wollkardätschen, ganz zugerüstet, um zu Fäden versponnen zu werden, aus der Garbe bekam man Frucht, die zur Mühle gebracht werden kann. Soll man wohl diesem Menschen, um ihn zu überzeugen, daß bei Verfertigung der Maschine Scharfsinn und Kunst aufgeboten,

und ein bestimmter Zweck verfolgt worden sey, erlauben, die Maschine in Stücke zu schlagen, damit er jeden Theil besonders untersuchen, und sich das gegenseitige Ineinandergreifen aller Theile, so wie ihre Einwirkung auf das ihnen dargebotene Material deutlich machen könne? Vielleicht wünschte er es wohl, um seine Neugier zu befriedigen, oder um seine theoretischen Kenntnisse zu vermehren; vielleicht hat er einen noch triftigeren Grund, wenn er etwa kein gewöhnlicher Besucher ist, sondern ein Mann, der selbst Maschinen baut, oder sich mit Reparatur derselben abgibt. Allein bloß um ihn zu überzeugen, daß Kunst und Scharfsinn bei Verfertigung der Maschine angewendet worden sey, bedarf es einer solchen Erlaubniß oder Vergünstigung durchaus nicht. Was er sieht, wird ihm vollkommen genügen. Die Wirkung auf das Material, die Veränderung, die mit demselben vorgegangen ist, die Berechnung dieser Veränderung für weitere Zwecke bezeugen ihm mehr als zur Genüge, daß hier ein Künstler thätig gewesen seyn müsse, der innere Bau der Maschine mag seyn, wie er will.

Verlangte man noch bündigeren Beweis dafür, daß sich in den thierischen Absonderungen schöpferischer Plan ausspricht, so brauchte man nur, wie bereits angedeutet wurde, auf die Mannichfaltigkeit und Zweckmäßigkeit derselben hinzuweisen. Sie kommen alle von einer und derselben Substanz, dem Blute; sie werden alle durch Drüsen vermittelt; allein erstlich ist das Produkt sehr verschieden, und zweitens ist die Verschiedenheit genau dem Zwecke, der erreicht werden soll, angepaßt. Dies läßt sich lediglich nicht begreifen, wenn man nicht auf einen schöpferischen Verstand, als erste Ursache, zurückkommt. Warum ist z. B. der Speichel, der über den Sitz des Geschmackssinns hin verbreitet ist, selbst geschmacklos, während so manche andere Secretionen, der Harn, die Thränen, der Schweiß, salzig sind? Warum sondert die Drüse im Ohre eine klebrige Substanz ab, die den Eingang zu diesem Organe schützt? warum die Drüse im obern Winkel des Auges eine dünne Flüssigkeit, welche den Augapfel

abspült? Warum ist die sogenannte Gelenkschmiere öligt, warum die Galle bitter, reizend und seifenartig? Warum besitzt der Saft, der in den Magen fließt, Kräfte, die dieses Eingeweide zu einem großen Laboratorium machen, während es zugleich durch seine Lage der geeignetste Behälter ist, um allen Stoff zu künftiger Ernährung in sich aufzunehmen? Lauter natürliche Fragen, allein man bekommt keine Antwort auf sie, außer eine solche, die auf eine schaffende Intelligenz, auf Zweck und Plan hinweist.

Meine Absicht war, in gegenwärtigem Kapitel dreierlei zu beweisen: Erstens, daß es ein Irrthum sey, aus der Unvollkommenheit des menschlichen Wissens einen Grund gegen die Bündigkeit solcher Schlüsse herleiten zu wollen, die wir aus den uns vor Augen liegenden Erscheinungen der Natur ziehen; zweitens, daß die Theile des thierischen Körpers in Gruppen zerfallen, je nachdem die Vergleichung mit Kunstwerken mehr oder weniger auf sie paßt; drittens, daß die mechanischen Theile unsers Körpers, oder diejenigen, bei welchen sich die genannte Vergleichung am vollkommensten anstellen läßt, eben darum am geeignetsten sind, als Beweise für das Vorhandenseyn eines schöpferischen Planes benützt zu werden, obgleich vielleicht eben diese Theile uns nur die gröbste Arbeit, die aus der Werkstätte der Natur hervorgeht, vor Augen stellen.

Achtes Kapitel.

Von den mechanischen Vorrichtungen im menschlichen Körper.

Wir fahren in unserer Betrachtung fort, indem wir dem Leser einige Beispiele der letztgenannten Klasse vor Augen führen. Hiebei werden wir es uns angelegen seyn lassen, unter den uns bekannten Erscheinungen gerade solche auszuwählen, die am überzeugendsten und verständlichsten sind, zwei Rücksichten, die vielleicht noch überwogen werden von einer dritten, ob nämlich das gewählte Beispiel auch ohne Kunstausdrücke und viele Abbildungen deutlich gemacht werden kann.

Von den Knochen.

1. Ich fordere Jeden auf, in den Gelenken und Fugen der zusammengesetztesten, beweglichsten Maschine, die je erfunden ward, eine kunstreichere, eine sich deutlicher als solche ankündigende Einrichtung aufzuweisen, als die, welche uns an den menschlichen Halswirbeln entgegentritt. Die Aufgabe war eine doppelte: der Kopf mußte das Vermögen erhalten, sich vorwärts und rückwärts zu biegen, um die Bewegungen des Nickens, des Bückens, des Auf- und Niedersehens machen zu können; zugleich mußte er sich aber in einem Bereich von etwa neunzig, oder auch wohl von hundertundzwanzig Graden um den Körper drehen können. Für diesen gedoppelten Zweck wurden zwei besondere Vorrichtungen getroffen: einmal sitzt der Kopf unmittelbar auf dem obersten Wirbelbeine auf, und ist durch ein sogenanntes Charniergelenk mit demselben

verbunden. Vermittelst dieses Gelenks spielt der Kopf frei vor = und rückwärts, so weit als nöthig ist, oder so weit es die Bänder zulassen.

Damit war aber für die rotirende Bewegung noch nicht gesorgt: daher wurde, um dem Kopfe diese möglich zu machen, ein weiterer Mechanismus nicht zwischen dem Kopf und dem obersten Halswirbel, wo sich jenes Gewinde befindet, sondern zwischen dem ersten und zweiten Halswirbel eingerichtet. Dieser Mechanismus gleicht einem Zapfen mit der entsprechenden Fuge. Der zweite Halswirbel hat nämlich einen Fortsatz, der nach Gestalt und Größe einigermaaßen einem Zahne gleicht. Dieser Fortsatz ist in eine entsprechende Vertiefung des obersten Halswirbels eingepaßt, und bildet auf diese Weise einen Zapfen, oder eine Achse, auf welcher sich der obere Halswirbel, sammt dem auf ihm ruhenden Kopfe frei im Kreise bewegt, soweit die an ihn befestigten Muskeln die Drehung zulassen. Auf diese Art bestehen beide Bewegungen vollkommen für sich, ohne sich gegenseitig zu hindern. Nicken wir mit dem Kopfe, so brauchen wir das Gewinde zwischen dem Kopfe und dem ersten Halswirbel; drehen wir den Kopf, so geschieht es auf dem Zapfen, der zwischen dem ersten und zweiten Halswirbel durchgeht. *

Wir sehen die nämliche Vorrichtung und das nämliche Prinzip bei dem Gestelle eines Teleskops in Anwendung gebracht. Das Objektivende des Instruments muß erforderlichen Falls auf = oder niederwärts, horizontal oder in der Ebene des Aequators gedreht werden können. Für die vertikale Bewegung findet sich am Gestelle ein Gewinde, auf welchem das Teleskop spielt; für die horizontale oder Seitenbewegung ist eine Axe angebracht, auf welcher sich das Teleskop sammt dem Gewinde im Kreise dreht. Und dies ist nun lediglich derselbe Mechanismus, der auch die Bewegung des Kopfes vermittelt.

---

* Man vergleiche mit dieser Beschreibung die im Anhang befindliche Abbildung der menschlichen Hals = und Brustknochen.

Schließlich hat es auch noch von einer andern Seite einen Nutzen, daß die Vor- und Rückwärtsbewegung des Kopfs auf der oberen Fläche des ersten Halswirbels vor sich geht; denn böge der erste Halswirbel selbst sich vorwärts, so käme dadurch das Rückenmark am Beginn seines Verlaufs auf die Spitze des Zahnfortsatzes zu liegen.

2. Eine andere mechanische Vorrichtung, der eben betrachteten hinsichtlich des Zwecks nicht unähnlich, aber doch verschieden und eigenthümlich hinsichtlich der Mittel, findet sich an dem Theil des Arms, der zwischen dem Ellbogen und der Handwurzel liegt, d. h. am Vorderarm. Zum vollkommen

Eine Abbildung mag die Beschreibung des Verfassers erläutern. A ist der untere Theil vom Knochen des Oberarms, humerus; B ist die Ellbogenröhre, ulna; C die Speiche, radius; die beiden letztern bilden die Knochen des Vorderarms. Man sieht leicht, wie diese Knochen, die durch Bänder an einander befestigt sind, sich am Oberarme, wie auf einem Gewinde drehen; C ist der Fortsatz der ulna, auf den wir uns stützen, wenn wir uns auf den Ellbogen lehnen. Wenn wir den Arm mit der andern Hand in die Höhe heben, werden wir es erst recht gewahr, mit welcher Leichtigkeit sich der Knochen in seinem Gelenke vor- und rückwärts bewegt. Drehen wir einen Schlüssel im Schlosse um, oder wenden wir beim Fechten das Faustgelenke, so bleibt die ulna B unbeweglich, und der radius C dreht sich rings um das Knochenende bei d und e, wobei er die ganze Hand mit sich fortbewegt. Das Uebrige ist im Texte hinreichend erklärt.

freien Gebrauch dieses Glieds sind zwei Bewegungen erforderlich: einmal eine Bewegung am Ellbogen auf und ab; zweitens eine Drehbewegung, mittelst welcher erforderlichen Falls die innere Handfläche aufwärts gedreht werden kann. Auf welche Weise ist nun dies ausgeführt? Der Vorderarm besteht bekanntlich aus zwei Knochen, die der Länge nach nebeneinander liegen, aber sich bloß an den Enden berühren. Der eine dieser beiden Knochen, und nur er, ist mit dem Oberarm eingelenkt, während der andere, und nur er, sich an die Handwurzel anschließt. Der erste bewegt sich am Ellbogen durch ein Charniergelenk (ein Gelenk, bei welchem die Richtung der Bewegung immer in Einer Ebene liegt) auf und ab und führt dabei den andern Knochen und den ganzen Vorderarm mit sich. Will man zu gleicher Zeit die innere Fläche der Hand aufwärts drehen, so rollt der zweite Knochen, an den die Hand befestigt ist, über den ersten weg; diese Bewegung zu erleichtern, findet sich an den beiden Enden bei dem einen Knochen eine Vertiefung, bei dem andern eine entsprechende, in jene Vertiefung sich einfügende Erhöhung. Wurden beide Knochen beim Ellbogen an den Oberarm, bei der Handwurzel an die Hand befestigt, so war der Zweck nimmermehr zu erreichen. Nur dadurch, daß der erste Knochen an dem einen Ende, der zweite Knochen am andern Ende frei ist, ward es möglich, daß beide Bewegungen zu einer und derselben Zeit vor sich gehen können. Denn der größere Knochen, der den ganzen Vorderarm mit sich führt, kann sich um sein Gewinde am Ellbogen schwingen, während sich zu gleicher Zeit der kleinere Knochen, an welchem die Hand hängt, um den erstern in den obgenannten Vertiefungen dreht. Die Anordnung dieser Vertiefungen sammt den in sie passenden Erhöhungen ist höchst merkwürdig. Oben, in der Nähe des Ellbogens, spielt ein Fortsatz des Radius in einer Vertiefung der Ulna, während unten, in der Nähe der Handwurzel, der Radius eine Vertiefung, die Ulna einen Vorsprung hat. Ein einfacher Knochen im Vorderarm, mit einem Pfannengelenke am Ellbogen, welches

Bewegung nach allen Richtungen zuläßt, hätte gewissermaßen dem Zwecke auch entsprochen, und sowohl die Bewegung des Arms als die Wendung der Hand möglich gemacht. Aber um wie viel besser der Zweck durch den gegenwärtigen Mechanismus erreicht ist, davon kann sich Jeder überzeugen, der die Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit der er seine Hand umdreht und zugleich den Arm am Ellbogen bewegt, mit der verhältnißmäßig langsamen und mühsamen Bewegung vergleicht, die der Oberarm macht, wenn er sich in seinem Pfannengelenke rings um die Schulter drehen soll.

3. Der Rückgrat ist eine Knochenkette von wundervollem Bau. Mannichfaltigen, schwierigen und beinahe unter sich unvereinbaren Verrichtungen sollte dieses Eine Werkzeug vorstehen. Der Rückgrat mußte fest seyn, um den Körper in aufrechter Stellung zu halten; er mußte biegsam seyn, um die Wendung des Rumpfes nach allen Seiten hin möglich zu machen, bereits zwei Eigenschaften, die sich bei keiner künstlichen Kette beisammen finden, da wir hier unter Festigkeit nicht blos Haltbarkeit, sondern auch Steifheit zu verstehen haben. Er hatte drittens die besondere und ganz eigenthümliche Aufgabe zu erfüllen, die wichtigste Substanz des menschlichen Körpers, von welcher alle willkührliche Bewegung abhängt, das Rückenmark, in einer Röhre vom Gehirn aus sicher den Rücken hinabzuführen; eine Substanz, die nicht nur für die Bewegung, ja für das Leben selbst unentbehrlich, sondern zugleich so zart, so empfindlich gegen jegliche Verletzung ist, daß jeder ungewöhnliche Druck auf dieselbe, jede einigermaaßen beträchtliche Unterbrechung ihres Verlaufs Schlagfluß oder Tod zur Folge hat.

Der Rückgrat hat aber ferner nicht bloß die Hauptröhre für das vom Gehirne herabsteigende Rückenmark zu bilden, sondern auch in seinem ganzen Verlauf kleinere Röhren zu bilden, durch welche die Nerven laufen und, sich nachher ins Unendliche verästelnd, jenen feinen Lebensstoff über den ganzen Körper verbreiten. Einen letzten Dienst hatte eben diese Knochenkette dadurch zu leisten, daß sie eines Theils für die

Muskeln, die sich über den ganzen Rumpf hin verbreiten, und andern Theils für die Enden der Rippen eine feste Stütze und einen Ansatzpunkt bilden mußte, denn im Rumpfe finden sich keine solche cylindrische Knochen, an welchen die Muskeln hätten befestigt werden können, wie in den Gliedmaßen.

Man bespreche einmal mit einem Handwerksmanne ein Stück Arbeit, das alle diese Eigenschaften in sich vereinigen soll, und lasse ihn die Ausführung versuchen; man lasse ihn alle seine Kunst aufbieten, und die Schwierigkeit fühlen, ein solches Werk zu Stande zu bringen, bevor man ihm sagt, wie dasselbe im thierischen Körper ausgeführt ist. Nichts wird ihn besser in den Stand setzen, die Weisheit, die sich hier offenbart, gehörig zu würdigen, nichts ihn geneigter zu aufrichtiger Anerkennung derselben machen.

Was nun zuerst die combinirten Eigenschaften der Festigkeit und Biegsamkeit betrifft, so besteht der Rückgrat aus einer bedeutenden Zahl von Knochen, (es sind deren vierundzwanzig beim Menschen) die aneinander gereiht und auf breiten Grundflächen fest miteinander verbunden sind. Die Breite der Grundfläche, auf welcher jedes einzelne Stück ruht, und der feste Verband derselben gibt der Kette ihre Festigkeit und Steifheit; die bedeutende Zahl der Theile dagegen, und somit auch der Gelenke, verleiht ihr Biegsamkeit. Es ist nicht außer Acht zu lassen, daß letztere Eigenschaft nicht in allen Theilen der Kette gleich ist. Bei den Brustwirbelbeinen ist die Biegsamkeit am geringsten, weil hier vielmehr Stärke als Biegsamkeit erforderlich war; in der Gegend der Lenden ist sie bedeutender als an der Brust; am größten ist sie endlich in den Halswirbeln, zum Behuf der freien Bewegung des Kopfes. Um, zweitens, für das Rückenmark einen freien Durchgang offen zu lassen, ist jeder der Knochen in der Mitte, und zwar auf eine solche Weise durchbohrt, daß immer das Loch des einen Knochen in eine gerade Linie mit den Löchern der beiden anstoßenden fällt. So bilden denn die zusammengesetzten durchlöcherten Knochenstücke einen

vollständigen, geschlossenen und auch, so lange der Rückgrat sich in ruhiger, aufrechter Stellung befindet, gerade verlaufenden Kanal. Da aber beständige aufrechte Stellung mit seiner Bestimmung unverträglich ist, so war noch eine große Schwierigkeit zu besiegen; es war nämlich Vorsorge zu treffen, daß die Wirbelbeine sich nicht übereinander schöben, und dadurch die Linie des Kanals unterbrächen, so oft sich der Körper bewegt oder wendet, noch gegen außen klafften, wenn sich der Körper vorwärts neigt, und der Rückgrat die Form eines Bogens annimmt. Da diese Gefahren rein mechanischer Natur sind, so wurden sie auch auf mechanische Weise beseitigt. Die Wirbel sind nämlich durch ihre Fortsätze und durch die Gelenke, welche letztere untereinander bilden, so ineinander hineingeschoben und zusammengeschlossen, daß an ihrem sogenannten Körper oder dickern Theile die Lage der Knochen gegeneinander so ziemlich unverändert bleibt, und der Druck, der durch Biegung des Rückgrats auf die eine oder die andere Seite hin hervorgebracht wird, beinahe ganz auf die dazwischenliegenden Knorpel fällt, deren Dehnbarkeit und Elasticität jede erforderliche Bewegung zuläßt, ohne daß durch das Auseinanderrücken der Knochen je oder irgendwo ein Klaffen entstünde. Was nun den Beitrag betrifft, den jeder einzelne Wirbel zu der allgemeinen Bewegung zu leisten hat, so ist dieser sehr unbedeutend, in welchem Grade und auf welche Seite hin wir auch unsern Körper biegen mögen. Dieser Vortheil wurde dadurch gewonnen, daß die Kette aus so vielen Gliedern, der Rückgrat aus so vielen Wirbeln zusammengesetzt ist. Bestünde er bloß aus drei oder vier Knochen, so würde nothwendiger Weise das Rückenmark bei jeder Biegung des Körpers an den Winkeln, die die Knochen machten, gequetscht werden. Dem Leser braucht wohl nicht erst gesagt zu werden, daß die zwischen den Wirbeln liegenden Knorpel weich, aber zähe sind; jedes Lendenstück von einem Kalbe kann ihm eine deutliche Anschauung derselben verschaffen. Ihre Form ist ganz ihrer Bestimmung gemäß: sie sind vorn dicker als hinten, so

daß, wenn wir uns vorwärts bücken, die zusammendrückbare Substanz des Knorpels in ihrem dickeren, vorderen Theile der Gewalt, die auf sie wirkt, nachgibt, und auf diese Weise die Flächen der zusammenstoßenden Wirbel jetzt einander paralleler zu liegen kommen, als zuvor, und nicht etwa die Neigung ihrer Flächen gegeneinander größer wird, in welchem Falle eine Trennung derselben, ein Klaffen unvermeidlich gewesen wäre. Damit, drittens, der Rückenmarkskanal in seinem Verlauf die Nerven an die verschiedenen Theile des Körpers in gehöriger Ordnung aussenden könne, befindet sich im obern und untern Rande eines jeden Wirbels, und zwar auf jeder Seite desselben, ein Einschnitt. Sind alle Wirbel in ihrer gehörigen Lage, so passen diese Einschnitte dergestalt aufeinander, daß je ihrer zwei ein kleines Loch, Zwischenwirbelloch genannt, bilden, durch welches die Nerven an jedem Gelenk paarweise heraustreten, um ihre Zweige gleich vertheilt in beide Seiten des Körpers und an alle Theile desselben auszusenden. Der vierte Dienst des Rückgrats besteht darin, daß er einen Ansatzpunkt für die Muskeln und die Köpfe der Rippen zu bilden hat. Zu diesem Behufe, namentlich aber für den erstgenannten Zweck, erhielten die Wirbel eine Form, die einzig hiezu berechnet ist. Während nämlich die Wirbelbeine an ihrer dem Körper zugewendeten Seite abgerundet und glatt erscheinen, weil hier jede Unebenheit, jeder Vorsprung die in ihrer Nähe liegenden Eingeweide hätte beschädigen können, laufen sie nach hinten und zu beiden Seiten in lange Fortsätze aus, an welche die zur Bewegung des Rumpfes nöthigen Muskeln befestigt sind, und zwar mit solcher Kunst, daß einerseits die Wirbel einen Ansatzpunkt für die Muskeln bilden, andererseits die Muskeln durch ihre Sehnen dazu beitragen die Knochen in ihrer gehörigen Lage zu erhalten und untereinander zu verknüpfen.

Für den gehörig starken Verband der Wirbel und die Sicherung vor Ausrenkung waren aber noch weitere Vorkehrungen zu treffen, da der Gelenke so gar viele sind und die Verrückung auch nur eines einzigen die schlimmsten Folgen

gehabt hätte. Es wurde daher die Vorkehrung getroffen, daß eben die obengenannten Fortsätze der Wirbel durch bewegliche Gelenke untereinander verbunden sind und dabei so in= und übereinander greifen, daß sie den Körper des Wirbels nicht bloß vor zufälligem Ausweichen bewahren, sondern ihn auch in den Stand setzen, gegen jede Gewalt, die nicht gerade den Knochen selbst zerbräche, seinen Platz zu behaupten. Schon oft habe ich diese Einrichtung an einem Hasenziemer bewundert. In diesem, wie in manchen andern Fällen kann ein schlichter Beobachter des thierischen Haushalts sich den Eckel ersparen, bei Zergliederung menschlicher Leichname gegenwärtig zu seyn; er wird hinlänglichen Stoff zur Belehrung finden, wenn er auch nur die Knochen der Thiere untersucht, die auf seine Tafel kommen. Er nehme einmal ein reinlich abgeschabtes Stück von einem Hasenrücken zur Hand, das etwa aus drei Wirbeln besteht. Er wird zuerst bemerken, daß der mittlere der drei Knochen durch seine Fortsätze mit den Knochen zu beiden Seiten so zusammengeschlossen ist, daß der stärkste Druck, den man anzuwenden vermag, ihn nicht aus seiner Lage bringt. Er wird weder vor= noch rückwärts, noch auf irgend eine Seite hin weichen. In welcher Richtung man ihn auch drückt, überall wird die Form, oder die Einlenkung, oder das Uebereinandergreifen der Knochen jedem Versuche zur Verschiebung ein Hinderniß entgegensetzen. Ein weiteres Befestigungsmittel liegt in der Art, wie die Rippen mit einem Theil des Rückgrats verbunden sind. Jede Rippe setzt sich nämlich an zwei Wirbel zugleich an. So oft man einen Schöpsenbraten zerlegt, läßt sich diese Beobachtung machen. Das Ende oder der Kopf jeder Rippe ist nämlich durch eine Rinne in der Mitte in zwei Flächen getheilt, die mit den Körpern zweier nebeneinander liegenden Wirbel eingelenkt sind, während die Rinne selbst sich an den zwischenliegenden Knorpel anschließt. Ganz dieselbe Einrichtung ist nun zum Behuf größerer Festigkeit an der berühmten Eisenbrücke zu Bishop=Wearmouth angebracht: die Backen der Eisenstäbe, die unter den Bögen durchgehen, liegen quer über

den Fugen, welche die einzelnen Stücke jedes Bogens unter sich verbinden. Jede Querstange sitzt je auf zwei Stücken, gerade an ihrem Verbindungspunkte fest, und verhindert so wenigstens in Einer Richtung das Ausweichen jedes einzelnen Stücks.

Durch die beschriebenen Vorrichtungen ist für die Wirbel die Gefahr des seitlichen Ausweichens aus der Linie vollkommen beseitigt; damit sie aber auch nicht der Länge nach, oder in der Richtung ihrer Linie auseinander gezogen werden können, läuft von einem Ende der Kette zum andern eine Membran, stark genug, um jeder Gewalt, die etwa in dieser oder einer parallelen Richtung eine Störung der Verbindung versuchte, mit Erfolg zu widerstehen, und somit den Zusammenhang des ganzen Baus zu sichern. Das allgemeine Resultat dieser ganzen Betrachtung ist: nicht bloß diejenigen Bewegungen des menschlichen Körpers, die zu den gewöhnlichen Lebensverrichtungen unumgänglich nothwendig sind, werden mit Sicherheit ausgeführt; es ist sogar ein beinahe unerhörter Fall, daß sich ein Gaukler über seinen Sprüngen den Rückgrat verrenkt hätte.

Der Bau des Rückgrats ist im Allgemeinen bei allen Thiergattungen derselbe; * nur bei dem Geschlechte der

---

* Unter den scharfsinnigen, aber etwas phantastischen Physiologen Frankreichs ist die Ansicht verbreitet, als ob die Extremitäten des thierischen Körpers, die vom Mittelpunkte am weitesten weggerückten Theile dem stärksten Bildungswechsel unterlägen, während die Theile am Mittelpunkte am constantesten erschienen. Diese Ansicht muß aber dem Interesse des Gegenstandes Eintrag thun, und leicht wird darüber die wichtige Betrachtung vergessen, daß nicht bloß einzelne Theile, sondern das ganze Gerüste des thierischen Körpers, je nach der besondern Lebensweise und den Bedürfnissen des Thieres, Formveränderungen erleidet. Die Zähne sind das einemal so, das andere=mal anders gebildet, weil die Nahrung eine verschiedene ist; die Füße sind verschieden, weil die Gangweise es auch ist; die Bildungsveränderungen der Klauen und der Zähne gehen gleichen Schritt mit einander und mit der Art, wie sich das Thier seine Nahrung verschafft, durch Graben oder durch Scharren, oder durch Festhalten und

Schlangen ist er bedeutend, aber mit genauer Bezugnahme auf die Bedürfnisse des Thieres, abgeändert. Während nämlich die vierfüßigen Thiere dreißig bis vierzig Wirbelknochen haben, beläuft sich die Zahl derselben bei den Schlangen auf beinahe hundert und fünfzig; während bei Menschen und Vierfüßern die Wirbel ebene Grundflächen haben, mit den flachen Seiten an einander liegen und durch Bänder verknüpft sind, spielen bei den Schlangen die einzelnen Knochen nach Art der Pfannengelenke aufeinander, so daß sie nach allen Seiten hin freie Bewegung haben. Der Grund hievon ist sehr einfach: bei Menschen und Vierfüßern war Festigkeit das Haupterforderniß, bei den Schlangen dagegen Biegsamkeit.

Zerreissen. So ist es mit dem Auge, so mit dem Ohr. Aber bei allen diesen Umwandlungen einzelner Theile haben wir nie die Thatsache aus den Augen zu lassen, die für unsere Schlüsse von entschiedener Bedeutung ist, daß der ganze Bau sowohl als das besondere Organ der Lebensweise und den Bedürfnissen des Thieres angemessen ist. Bei allen Thieren, die mit einem Rückgrat versehen sind, ist diesem die gleiche, unwandelbare Bestimmung angewiesen, das Rückenmark zu umkleiden und zu beschützen; sofern nun diese Bestimmung eine unwandelbare ist, erscheint auch sein Bau bei allen Thieren gleichförmig. Allein schon bei den einzelnen Abtheilungen des menschlichen Rückgrats ist ja der Bau nicht mehr ganz derselbe, indem einzelnen Theilen ein größerer oder geringerer Grad von Biegsamkeit zugetheilt werden mußte. Der Hase hat einen Rückgrat, der auf das wundervollste für den Schnelllauf eingerichtet ist; der Rückgrat der Thiere vom Katzengeschlechte, z. B. des Leopards und des Tigers, macht mit großer Leichtigkeit jede Seitenbewegung, während bei dem Pferde und dem Hirsche gerade das Gegentheil statt findet. Bei dem Eber liegen die Wirbel ungewöhnlich fest an einander, und die Fortsätze sind ungemein stark, um der Vereinigung des Rückgrats mit dem Kopfe Festigkeit zu verleihen, und der Muskelthätigkeit die Richtung gegen den Kopf zu geben, wodurch das Thier in den Stand gesetzt wird, starke Wurzeln aufzuwühlen und sich seiner mächtigen Hauzähne mit Erfolg zu seiner Vertheidigung zu bedienen. Wir ersehen aus diesem Allen zur Genüge, daß überall, wo dem Rückgrat ein den Bewegungen des Körpers angemessener Bau zu geben war, dies mit eben so sorgfältiger Berechnung geschah, wie bei dem entferntesten Zehen oder Finger.

Allein auch die Biegsamkeit wurde nicht auf Kosten der Festigkeit erzielt. Der Rückgrat einer Schlange ist, was Geschmeidigkeit und Zusammenhalt betrifft, einer der merkwürdigsten thierischen Mechanismen, die wir kennen. Die Kette einer Uhr, die vom Federgehäuse über die Schnecke läuft, und ähnliche Eigenschaften haben will, ist nur eine Pfuscherarbeit im Vergleich mit dem Kunstwerk, von dem wir eben sprachen.

4. Die wechselnde Erweiterung und Zusammenziehung der Brust, welche für das freie Spiel der Lungen nothwendig ist, wird durch eine einfache, aber kunstreiche, mechanische Vorrichtung bewirkt, und hängt hauptsächlich von dem Bau der den Brustkasten bildenden Knochen ab.

Die Rippen sind an den Rückgrat, oder vielmehr an die Seitenfortsätze desselben, in schiefer Richtung befestigt, das heißt, in ihrer natürlichen Lage senken sie sich vom Ansatzpunkte abwärts. Da nun diese ihre Basis fest bleibt, so folgt aus ihrer Richtung abwärts nothwendig, daß alles, was die Rippen in die Höhe zieht, sie zu gleicher Zeit auswärts treibt, und daß, während die Rippen in rechte Winkel mit dem Rückgrat hinten zu stehen kommen, das Brustbein, der Theil, an welchen die Rippen vorne befestigt sind, nach vorwärts getrieben wird. Auf diese Weise kann das ganze Geschäft von den die Rippen aufwärts ziehenden Muskeln verrichtet werden; wären aber die Rippen unter rechten Winkeln in die Rückenwirbel eingelenkt, so hätte die Brusthöhle nimmermehr durch eine bloße Veränderung in der Stellung der Rippen erweitert werden können; wäre jede Rippe ein spröder, mit seinen beiden Enden an eine feste Basis befestigter Knochen gewesen, so wäre der ganze Brustkasten unbeweglich geblieben. Keill hat beobachtet, daß sich das Brustbein bei leichtem Einathmen um den zehnten Theil eines Zolles vorwärts bewegt; da nun in der gleichen Zeit, wo die Rippen aufwärts steigen, das Zwerchfell sich abwärts senkt, so berechnet er, daß durch diese vereinte Bewegung ein Raum für zweiundvierzig Kubikzoll Luft

gewonnen wird, die bei jeder Einathmung einströmen. Ist tieferes und stärkeres Einathmen nothwendig, so vermögen wir durch Anstrengung den Brustkasten so sehr zu erweitern, daß die Lungen mit siebenzig, ja mit hundert Kubikzollen Luft angefüllt werden. „Der Brustkasten, sagt Schelhammer, bildet eine Art Blasbalg, wie noch keiner durch einen Künstler gemacht wurde, noch je gemacht werden wird.“

5. Die **Patella** oder **Kniescheibe** ist ein kleiner, merkwürdiger Knochen, der nach Form und Bestimmung im Körper seines Gleichen nicht hat. Sie ist linsenförmig, von der Größe eines Kronenthalers, ziemlich dick, zu beiden Seiten ein wenig konver und mit einem glatten Knorpel überzogen. Sie liegt vorn am Knie, und die mächtigen Sehnen, die den Unterschenkel strecken, umhüllen sie auf ihrem Verlauf vom Schenkelbein an das Schienbein, oder sie ist vielmehr ein Theil derselben. Sie schützt Sehnen und Gelenk gegen jede Beschädigung, die eines oder das andere durch gegenseitige Reibung, oder durch den Druck unebener Flächen erleiden könnte.

Sie gibt ferner den Sehnen einen beträchtlichen mechanischen Vortheil, indem sie die Richtung ihrer Kraft ein wenig abändert und sie weiter vom Mittelpunkt der Bewegung wegrückt; ganz nach den Grundsätzen des Hebels, auf welchen die ganze Mechanik beruht. So viel von ihrem Nutzen. Was aber an ihr besonders bemerkt zu werden verdient, ist der Umstand, daß sie gewissermaßen nur als ein Zusatzartikel zum Körper erscheint, der, sollte man glauben, erst hinterher, als eben nicht ganz nothwendig, aber höchst zweckmäßig angefügt wurde. Sie ist von den übrigen Knochen abgesondert, oder wenigstens nicht auf die sonst gewöhnliche Weise mit denselben verbunden. In der Kindheit ist sie weich, ja kaum gebildet; ihre Verknöcherung erfolgt erst nach und nach, auf eine Weise, daß es uns weder aus ihrem Bau noch ihren Verrichtungen erklärbar wird, wie dieselbe beginnt, oder wie sie fortschreitet.

6. Das Schulterblatt ist in gewissen materiellen Beziehungen ein sehr eigenthümlicher Knochen, der ganz um seiner selbst willen, unabhängig von jeder anderweitigen Rücksicht, vorhanden zu seyn scheint. Bei denjenigen vierfüßigen Thieren, die kein Schlüsselbein haben (und diese bilden bei weitem die Mehrzahl), steht das Schulterblatt in gar keiner Verbindung mit den übrigen Knochen des Rumpfs, weder durch ein Gelenke, noch durch einen Fortsatz. Es wächst an keinen andern Knochen hin, aus keinem andern heraus, und schließt sich an keinen an; — kurz, es ist der einzige Knochen, der, streng genommen, keinen Theil des Skeletts bildet. Nur von dem Zungenbeine ließe sich noch Aehnliches aussagen. Das Schulterblatt ist ganz in Fleisch gebettet, und hängt nur mit Muskeln zusammen. Es ist weiter nichts als ein Ansatzpunkt für den Arm, abgesondert vom übrigen Knochengerüste, ganz ins Fleisch versenkt. Die untern Extremitäten schließen sich bei den Hüften an Knochen an, die einen Theil des Skeletts ausmachen; an den obern Extremitäten fehlt ein solcher Zusammenhang, daher mußte für sie ein abgesondertes Knochengerüste geschaffen werden. *

---

* Das Schulterblatt erleidet, wie die vergleichende Anatomie zeigt, manche Umwandlungen. Jener Knochen, der, wie wir an uns selbst fühlen, sich quer über den obern Theil der Brust und den untern Theil des Halses hinzieht, das Schlüsselbein, ist eigentlich nur ein Fortsatz des Schulterblatts. (Siehe die Abbildung der menschlichen Brust im Anhange, c, c.) Es hat die Bestimmung, die Schultern auseinander zu halten, und dem Arme Kraft zu geben, indem es die Brustmuskeln gegen ihn hin dirigirt. Wir finden daher diesen Knochen bei den kletternden Thieren, die ihre obern Extremitäten gebrauchen, um sich in die Höhe zu schwingen, namentlich bei den Affen; aber bei Thieren, die einen ganzen Huf haben, deren vordern Extremitäten somit bloß zum Gehen und zum Auftreten auf festem Boden bestimmt sind, war kein Grund vorhanden, ihren Vordergliedern so vielseitige Beweglichkeit zu geben, so leicht dies auch durch Einfügung dieses Knochens in das Skelett des Arms hätte erreicht werden können. Hier wäre er eher nachtheilig gewesen, denn das Thier hätte dadurch die Elasticität, mit der es

Von den Gelenken.

1. Wir haben im Bisherigen einige Knochen beschrieben, die sich durch ihren Bau auszeichnen. Zu beinahe allen Knochen gehören Gelenke, und in diesen tritt uns nun noch deutlicher, als in der Gestalt und Bildung der Knochen selbst, Kunst und schöpferische Weisheit entgegen. Jedes Gelenke ist eine Merkwürdigkeit auf mechanischem Gebiete. Man betrachte einmal das Charniergelenk und das Nußgelenk: man wird sich bald überzeugen, daß sie mit einer Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt sind, als ob sie eben aus der Werkstätte des geschicktesten Arbeiters kämen. Wir finden an den verschiedenen Theilen des Körpers bald die erste, bald die zweite Gelenkart angebracht, immer aber ist diejenige gewählt, welche der hervorzubringenden Bewegung entspricht. Am Knie z. B. ist ein Nußgelenke nicht nothwendig, indem das Bein nur die Bewegung rückwärts und vorwärts, stets in derselben Ebene zu machen hat; hiefür reichte ein sogenanntes Gewerbe- oder Charniergelenk aus. An den Hüften dagegen war ein Nußgelenke erforderlich, damit nicht nur die Bewegung vorwärts, sondern auch die beliebige Erweiterung oder Verringerung des Zwischenraums zwischen den Beinen möglich würde. Nun denke man sich einmal den Fall gerade umgekehrt; man versetze das Nußgelenke an das Knie und das Charnier an die Hüfte. Wir

---

auf dem Boden auftritt, verloren. Wo sich kein Schlüsselbein findet, z. B. bei dem Pferde, dem Hirsche u. s. w., da ist das Schulterblatt bloß durch Muskeln mit dem Rumpfe verbunden. Macht nun das Thier einen Sprung, so prallt es mit den Vorderfüßen elastisch auf, denn der Rumpf hängt an den Muskeln derselben, die Muskeln hängen am Schulterblatt und das Schulterblatt ruht auf den Knochen der Extremität. Nirgends ist eine feste Substanz, auf die der Stoß wirken könnte. Wäre nun hier ein Schlüsselbein vorhanden, so müßte es durch die Erschütterung entzweibrechen, wie es bei Menschen geht, die auf die Schulter fallen.

müßten dann die Oberschenkel fortwährend dicht aneinander halten, während die Beine beweglich wären und sich spreizten. Unseres Wissens hätten wir rein nichts davon, wenn wir die Waden nach vorne drehen könnten; wäre aber der Oberschenkel nach einer einzigen Richtung beweglich, so wären wir in unsern Bewegungen gewaltig beschränkt. Gleich groß erschiene der Uebelstand, wenn beide Gelenke, sowohl das der Hüfte, als das des Knies, von der gleichen Art, beide entweder Nußgelenke oder Charniere wären. Wie vermöchten wir es aber nun zu erklären, daß in der Wirklichkeit der eine Knochen, der des Oberschenkels, an seinem einen Ende abgerundet, am andern eingekerbt ist, wenn wir einen bestimmten Zweck, und einen Schöpfer, der ihn erreichen wollte, ablaugneten oder beseitigten?

Das Charnier oder Gewinde am thierischen Körper besteht nicht etwa aus einem Bolz, der durch die zwei Stücke der Angel gesteckt ist und sie zusammenhält: es ist ganz anders gebaut. Eine starke, zähe, pergamentartige Membran läuft ringsum vom aufnehmenden Knochen an den eingelenkten, etwas unterhalb seines Kopfs, und umschließt das Gelenk vollkommen. Diese Membran verbindet die Enden der Knochen auf das genaueste miteinander, indem sie die Vorsprünge des einen in den ihnen entsprechenden Höhlungen des andern festhält.

Bei dem Nußgelenk ist außer der so eben beschriebenen Membran in einigen wichtigen Fällen, zu weiterer Sicherheit, ein kurzes, starkes, dabei aber biegsames Band mit seinem einen Ende an den kugelförmigen Kopf des sich einfügenden Knochens, mit seinem andern im Grund der Grube oder Pfanne befestigt; dieses Band hält die beiden Theile des Gelenkes so fest ineinander, daß nie eine der natürlichen Bewegungen des Gliedes, keine der Drehungen und Wendungen, die seine Funktion bilden, daß in der That nur die äußerste, widernatürlichste Gewalt das Gelenk aus seiner Fuge zu reißen vermag. Es ist kaum glaublich, welch ein Grad von Kraft erforderlich ist, um dieses Band zu dehnen,

geschweige es zu zerreißen; und doch ist es so biegsam, daß es der Beweglichkeit des Gelenkes nicht das geringste Hinderniß in den Weg legt. Durch seine Lage ist es ferner gegen jede Beschädigung geschützt, die scharfe oder eckigte Gegenstände ihm zufügen könnten. Es kann also ebenso wenig durchschnitten als zerrissen werden, ausgenommen durch einen Zufall, der zugleich das ganze Bein zerstörte. Würde mir die Aufgabe gestellt, ein Kunstwerk aufzuweisen, das auch den hartnäckigsten Sceptiker überzeugen müßte, daß hier ein Plan durchgeführt worden sey, so wüßte ich auf dem Gebiete der Mechanik nichts, was so überzeugend wäre, als dieses Band; die ganze Einrichtung ist rein mechanisch. Ich empfehle dem Leser, dieser Vorrichtung, wie sie sich namentlich am Kopfe des Oberschenkelknochens findet, besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Eine einzige Thatsache, mit Ernst erwogen, läßt oft die tiefsten Eindrücke zurück. Wir betrachten so oft die Dinge aus den verschiedensten Gesichtspunkten, wir vervielfältigen unsere Beispiele, um uns nach der verschiedenen Fassungskraft der Hörer zu bequemen, um ihr Gefühl anzuregen, um sie zur Bewunderung der Werke des Schöpfers hinzureißen: handelt es sich aber davon, einen bündigen Beweis zu liefern, dann ist Ein klares Beispiel hinreichend; ja, es ist nicht bloß hinreichend, sondern vielleicht eher geeignet, eine feste Ueberzeugung zu schaffen, als eine Menge von Beispielen, zwischen denen die Aufmerksamkeit sich theilen muß. *

Für ein Charniergelenke, ginglymus, paßte offenbar ein Band wie das eben beschriebene des Nußgelenks nicht;

---

* Dieses Band findet sich bei dem Orangutang nicht; dagegen beobachtet man an den untern Extremitäten dieses Thieres Mehreres, was an den Bau des Arms erinnert. Dies entspricht ganz dem Gebrauch, den das Thier von seinen hintern Extremitäten zu machen hat, denn es klettert gleich gut mit den obern, wie mit den untern oder hintern Extremitäten.

dafür ist es durch ein Band anderer Art geschützt, das nun eben für diese Art von Gelenken taugt. Die starke, feste, oben beschriebene Membran, welche die Gelenke von allen Seiten umfaßt, umkleidet auch das Charniergelenk; in manchen Fällen ist nun aber diese Membran, die eigentlich als ein Band zu betrachten ist, zu beiden Seiten des Gelenkes bedeutend stärker, als vorn oder hinten, damit der convexe Knochen sicher in seiner Grube spielen könne und nicht dem seitlichen Ausweichen ausgesetzt sey. Hierin liegt auch wirklich für ihn die Hauptgefahr; denn in der Richtung nach vorne oder hinten, in der er sich bewegt, kann er nicht leicht weiter gehen als er soll, indem die Muskelsehnen in den meisten Fällen stark genug sind, ihn daran zu verhindern. Im Knie, welches das wichtigste Gelenke dieser Art ist, sind, ausser den gewöhnlichen Vorrichtungen zu Befestigung des Gelenkes, noch zwei starke Bänder angebracht, die sich dergestalt kreuzen, daß das Gelenke in keiner Richtung verschoben werden kann. „Ich behaupte“ sagt Cheselden, „daß das Knie nie vollkommen ausgerenkt werden kann, ohne daß die Kreuzbänder zerrissen werden.“

Ein anderes nicht minder wichtiges Gelenke in der Classe der Charniergelenke ist das Knöchelgelenk. Es ist indessen (vielleicht dem Ebenmaaß und der Leichtigkeit des Beins zu lieb) nur klein, und daher Beschädigungen leichter ausgesetzt. Die Vorkehrung, wodurch es verstärkt, d. h. vor Verrenkung geschützt wird, besteht hier in zwei bedeutenden Fortsätzen der Unterschenkelknochen, welche die Vorsprünge bilden, die allgemein unter dem Namen des innern und äußern Knöchels bekannt sind. Jeder der beiden Knochen des Unterschenkels läuft nämlich an der Seite etwas tiefer herab und greift dadurch über das Gelenk weg, so daß, wenn es in Gefahr kommt, nach außen verrenkt zu werden, der Fortsatz der tibia oder Schienbeinröhre dies verhindert, wenn es aber nach innen ausweichen wollte, der Fortsatz der fibula oder des Wadenbeins hier den gleichen Dienst leistet. Zwischen beiden Fortsätzen befindet es sich eingekeilt, und spielt so auf- und

abwärts. Ich sehe nicht ab, wie sich eine solche Einrichtung anders erklärt als durch ihre Zweckmäßigkeit. * Warum mußte die tibia an ihrem untern Ende mit einem doppelten Fortsatze versehen seyn, und die fibula ebenso, wenn es nicht geschah, um das Gelenk zu beiden Seiten durch feste Knochenmassen zu überwölben und gleichsam zu verbarrikadiren?

Vergleichen wir das Schultergelenk mit dem Hüftgelenke, so entdecken wir, obgleich beides Pfannengelenke sind, in der Form und den Verhältnissen derselben eine Verschiedenheit, die ganz ihren beiderseitigen Verrichtungen angemessen ist. Die Grube oder Pfanne an der Schulter ist viel seichter und flacher, als die an der Hüfte, und besteht auch zum Theil an ihrem äußeren Rande aus Knorpelsubstanz. Die Grube, in welche sich der Kopf des Schenkelknochens einfügt, ist tiefer und aus festerem Material gebildet. Dies entspricht ganz den Diensten, die jeder dieser Körpertheile zu leisten hat. Der Arm ist, wenn auch nicht ausschließlich, doch vorzugsweise zur freisten Bewegung bestimmt. Die Flachheit der Grube an der Schulter, und die Elasticität der Knorpelsubstanz, die sich rings um die Grube herumzieht, und einen bedeutenden Theil derselben ausmacht, ist ganz geeignet, die freiste Bewegung in weitem Kreise zuzulassen,

---

* Es ist auffallend, daß unser Verfasser, der so viele Beispiele anführt, der ausgezeichneten innern Einrichtung des Knöchelgelenkes keine Erwähnung thut. Wenn wir ruhig auf dem Fuße stehen, ist das Gelenke fest, und weicht weder nach innen noch nach außen; bewegen wir aber den Fuß vorwärts, und setzen die Zehe auf, um den Schritt zu machen, so ist der Fuß in dieser Stellung, in Folge der trefflich berechneten Bildung seiner Knochen, ganz lose. Die Absicht hiebei ist offenbar, daß wir beim Gehen auf unebenem Boden Spielraum haben sollten, den Fuß sicher aufzusetzen. Ehe das Gewicht des Körpers perpendikular über dem Fuß ruht, ist keine Gefahr für das Gelenk vorhanden, weil es keinem Druck unterliegt. Im selben Verhältniß aber, als die Last des Körpers auf das Gelenk heraufrückt, nehmen die Knochen die gegenseitige Stellung an, in welcher sie so fest aneinander liegen als im Kniegelenk, und nur die Bewegung eines Charniers haben.

und das ist es eben, was der Arm braucht. Die untere Extremität dagegen bildet für sich einen Theil der Körpersäule und hat sowohl den Körper zu stützen, als ihn zu bewegen; daher war hier für Festigkeit und für Beweglichkeit gleiche Sorge zu tragen. Wohl mußte sich der Fuß ebensogut als der Arm in jeder Richtung bewegen können; aber er brauchte nicht in jeder Richtung einen gleich weiten und freien Spielraum, und immer war seiner Beweglichkeit ein größerer Grad von Festigkeit oder Widerstandsfähigkeit gegen Verrenkung beizugesellen. Zu dem Ende wurde die Grube, in die er sich einfügt, tiefer ausgehöhlt, und am Rande eine geringere Masse von Knorpel angelegt.

Jeden Augenblick können wir uns von der Geschmeidigkeit und Beweglichkeit der Gelenke überzeugen; für die Festigkeit derselben mag die einzige Betrachtung sprechen, daß in jedem Augenblick in der Thierwelt Millionen von Gelenken vollkommen gesund und in voller Thätigkeit sind, während kaum hie und da eine Verrenkung vorkommt, und zwar trotz all der Krümmungen und Wendungen, welche die Thiere fortwährend mit ihren Gliedern vornehmen.

2. Die Gelenke, oder vielmehr die Enden der Knochen, welche sie bilden, gewähren durch ihren Bau noch einen weiteren Vortheil. Die Nerven, Blutgefäße und Sehnen, die für das Leben und die Bewegung der Glieder unentbehrlich sind, müssen auf ihrem Wege von dem Rumpfe an ihren Bestimmungsort nothwendig über die beweglichen Gelenke hinziehen. Es ist leicht einzusehen, daß sie an diesen Stellen ihres Weges gar oft Gefahr liefen, durch plötzliche Bewegungen und heftige Wendungen gedrückt, gequetscht oder gar zerrissen zu werden. Um so zarte Gebilde gegen solche Beschädigung zu schützen, sind sie an den genannten Wegstrecken besonders sorgfältig geborgen, und zwar durch eigenthümliche Bildungen an den Knochen selbst. Die Nerven, die in den Vorderarm verlaufen, namentlich die Ellbogennerven, gehen am Ellbogen durch eine Art bedeckten Wegs zwischen den Gelenkknorren, oder vielmehr unter den innern Fortsätzen

des Oberarmknochens weg. Am Knie ist das untere Ende des Schenkelknochens ebenfalls durch einen Einschnitt in zwei Vorsprünge oder Gelenkhöcker getheilt, die hinten bedeutend über den cylindrischen Theil des Knochens hinausragen. Durch diesen Einschnitt zwischen den zwei Vorsprüngen nun, das heißt, durch ein Defilé zwischen Felsen, ziehen die großen für den untern Theil des Fußes bestimmten Gefäße und Nerven. Wer führte wohl diese Gefäße eine so gut vertheidigte und geschützte Straße? Am Schultergelenke befindet sich im Rande der Vertiefung, die den Kopf des Knochens aufnimmt, eine Kerbe, die gegen außen hin mit einem Bande überdeckt ist. Durch dieses so verwahrte Loch stehlen sich die Blutgefäße an ihren Bestimmungsort im Arme, anstatt über den gewölbten Rand hinzulaufen.

3. In allen Gelenken sind die Knochen, die sich an einander reiben, mit Knorpel gefüttert. In dem Pfannengelenke ist die Grube mit dieser Substanz ganz ausgelegt und der Gelenkkopf damit überzogen. Die glatte Oberfläche und die elastische, der Reibung und Abnützung widerstehende Natur des Knorpels macht ihn zu dem angegebenen Zwecke ganz besonders geeignet. Ich hätte auch diese Ausfütterung der Gelenke als eine der vorzüglichsten Vorrichtungen zur Beweglichkeit derselben hervorheben können, wäre nicht anderer Seits behauptet worden, Knorpel sey in der That nichts anders als ein unvollkommener, im Werden begriffener Knochen, indem eben an diesen Stellen die fortwährende Bewegung und Reibung die vollständige Verhärtung und Verknöcherung verhindert habe. Ist dem wirklich so, so erscheint als nothwendige Wirkung, was wir gerne als Vorausberechnung dargestellt hätten. Ich bin aber durchaus nicht von der Richtigkeit dieser Ansicht überzeugt, noch glaube ich, daß sie, wäre sie auch richtig, beweist, was man damit beweisen will. * Mir scheint vielmehr diese Ausfütterung der

---

* Da Paley ein Schüler William Hunters war, so ist es auffallend, daß er sich über diesen Punkt nicht entschiedener ausspricht.

Knochen mit Knorpel dem Aneinanderschweißen zweier verschiedener Metalle zu gleichen.

4. In einigen Gelenken, namentlich im Kniegelenke, sind zwischen die zwei Knochen, die das Gelenk bilden, lose Knorpel eingeschoben, so daß die Enden der Knochen nicht unmittelbar aufeinander, sondern auf den dazwischenliegenden Knorpeln spielen. Cheselden bemerkt, daß die Arbeiter in Eisen oft da, wo an einem Maschinengliede die Reibung sehr stark ist, einen losen Ring einschieben, z. B. an den Angeln großer Thore, oder unter dem Kopf einer Hauptschraube u. dergl. Die ebengenannten Knorpel haben viele Aehnlichkeit mit solchen Ringen. Der untere Kopf des Schenkelknochens, der auf dem Schienbeine ruht, ist kein regelmäßiger Kreisabschnitt. Wenn wir mit gestreckten Beinen stehen, so ruht der Schenkelknochen mit einer breiten Grundfläche auf, und die Hauptwölbung befindet sich hinten. Solche Unregelmäßigkeit müßte nothwendig ein sehr unvollkommenes, aufschnappendes Gewinde bilden, die entsprechende Vertiefung in der Schienbeinröhre möchte geformt seyn wie sie wollte. Zur Beseitigung dieses Uebelstandes sind nun die genannten Knorpel eingeschoben. Da sie sehr bedeutende Elasticität besitzen, und mit den Knochen so lose verknüpft sind, daß sie ihren Platz ein wenig ändern können, so legen sie sich jedesmal von selbst zurecht, je nachdem der flachere oder der convexere Theil des Schenkelknochens auf die Schienbeinröhre drückt. Dadurch ergibt sich der Vortheil, daß beim Stehen,

---

Der Knorpel, der in der Kindheit die Knochen ersetzt, ist ganz verschieden von jenem, der die Gelenke auskleidet. Hunter weist nach, daß dieser Gelenkknorpel aus Fasern besteht, die wie die Haare einer Bürste, nur viel dichter, aneinander gelegt sind, und zwar senkrecht auf die Knochenenden, und daß dies hauptsächlich die Elasticität der Substanz bedingt. Die Dienste, die der Knorpel leistet, erkennt man am besten aus den Uebelständen, die eintreten, wenn er fehlt; denn dann knarrt das Gelenke wie eine alte Thürangel und der Kranke leidet empfindliche Schmerzen.

wo das auf dem Gelenke ruhende Gewicht am größten ist, der Schenkelknochen eine breitere und somit sicherere Grundlage hat, nichtsdestoweniger aber die Bewegung des Gelenkes vollkommen ist.

5. Nachdem wir uns über den Bau der Gelenke zur Genüge belehrt haben, nimmt noch eine andere, ausgezeichnete, allen Gelenken gemeinsame, augenscheinlich höchst zweckmäßige Vorrichtung unsere Aufmerksamkeit in Anspruch; nämlich die fortwährende Befeuchtung der Gelenke durch eine schleimigte Substanz, welche, gelinder und schlüpfriger als Oel, die sich aufeinander reibenden Theile fortwährend schlüpfrig erhält, und dadurch die Wirkung der Reibung möglichst vermindert. Zur beständigen Absonderung dieses Stoffs und zur gehörigen Speisung der Gelenke mit demselben sind neben jedem derselben Drüsen gelagert, deren Ausführungsgänge gleich Franzen in die Gelenke hineinhängen und ihren heilsamen Saft in dieselben einträufeln. Man hat unlängst einen Mechanismus erfunden, wodurch regelmäßig Oel zwischen die Axe und die Nabe des Rades geträufelt wird. Diese Erfindung mag gewissermaßen mit der Vorrichtung, durch welche die thierischen Gelenke den ihnen nöthigen Schleim empfangen, zu vergleichen seyn; nur hat die letztere den Vorzug, daß vermittelst derselben das Oel nicht bloß in die Gelenke geträufelt, sondern auch bereitet wird.

Betrachten wir die Gelenke ganz im Allgemeinen, so fühlen wir uns wohl durch nichts mehr zum Dank gegen den Schöpfer gestimmt, als durch den Gedanken an ihre Dauerhaftigkeit. Ein Glied kann sich sechzig Jahre lang viele hundertmal in einer Stunde in seinem Gelenk hin und her bewegen oder in seiner Pfanne spielen, ohne daß seine Beweglichkeit geschwächt wird. Welch eine lange Dauer für ein Ding, das so stark gebraucht, so unzählige Male in Bewegung gesetzt wird! Diese Dauerhaftigkeit ist großentheils jenen Vorrichtungen zuzuschreiben, die gegen die Reibung getroffen wurden, namentlich der Glätte der Knorpel, mit denen

die Knochen überzogen sind, und der wohlthätigen Befeuchtung durch die Gelenkschmiere, endlich aber jener bewundernswerthen Einrichtung im thierischen Körper, Assimilation genannt, durch welche fortwährend in jedem Theile des Körpers, er bestehe aus was er wolle, Abgenütztes wieder hergestellt, Verlornes wieder ersetzt wird. *

Die beweglichen Gelenke sind wohl das Merkwürdigste an den Knochen; aber schon die Zusammenfügung unbeweglicher Knochen ist ein Beweis von mechanischer Kunst und Weisheit. Die Zähne, namentlich die vordern, sind gleich einem in ein Brett hineingetriebenen Pflocke in die Kinnlade eingefügt; die Nähte des Schädels gleichen zwei Sägen, deren

---

* Dieser Gegenstand ist auch im Anhange in der Abhandlung vom Rückgrate berührt; daher hier nur einige praktische Winke. Wir haben gesagt, Uebung sey zum vollkommenen Zustande des Gelenkes nothwendig. Um sich von der Richtigkeit dieser Behauptung zu überzeugen, denke man sich einmal, das Kniegelenke sey entzündet. Natürlich halten wir es alsdann in vollkommener Ruhe, weil jede Bewegung Schmerz verursacht. Diese absolute Ruhe, verbunden mit der Entzündung, verändert alle Gewebe. Der Knochen wird leicht und schwammigt, der Knorpel wird aufgesogen, die Bänder, welche die Knochen zusammenhalten sollten, werden lose, und es tritt ein, was der Chirurg Verrenkung von innerer Ursache nennt, das heißt, die Knochen weichen nach und nach aus ihrer Stelle, weil alle Bande, die sie hätten zusammenhalten sollen, locker werden. Nehmen wir nun an, die Entzündung sey endlich bemeistert worden; sobald dies erreicht ist, läßt sich mit gehöriger Achtsamkeit Alles wieder in das rechte Geleise bringen; das einzige Mittel hiezu ist, daß man das Gelenke bewegt, die einzige Vorsicht, die man zu beobachten hat, ist, daß man dies so sachte und so abgemessen thut, als es der geschwächte Zustand des Gelenkes erfordert. Durch diese einfache Operation erlangen die Bänder wieder Festigkeit, die Knorpel wieder ihre Glätte, und die Gelenkschmiere fließt wieder aus wie zuvor. Aus Allem diesem sehen wir, daß fortwährende Bewegung das lebende thierische Gewebe nicht abnützt, sondern daß im Gegentheil Uebung ein Mittel seiner Erhaltung ist. Wer erkennt nicht hierin mehr, als in irgend etwas Anderem, eine weise Einrichtung des Schöpfers, einen Beweis von Zweck, Plan und Kunst?

Zähne fest ineinander greifen. Hier finden wir einen Knochen, der über einen andern weggreift und am Rande geglättet ist; dort sehen wir ein dünnes Blatt eines Knochens in die schmale Scheide eines andern aufgenommen; überall, bei allem Wechsel der Form ein und dasselbe erzielt: Festigkeit der Verbindung ohne Plumpheit.

Neuntes Kapitel.

Von den Muskeln.

Die Muskeln mit ihren Sehnen sind die Werkzeuge, durch welche die Bewegungen der Thiere vermittelt werden. Unsere Aufgabe in diesem Kapitel wird seyn, Beispiele beizubringen und Eigenschaften aufzuführen, nach welchen die Anordnung der Muskeln so rein mechanisch erscheint, wie die Verbindung und Verknüpfung der Drähte und Fäden einer Marionette.

1. Die erste und allgemeinste Betrachtung ist hier die genaue Beziehung, die zwischen dem Gelenke und den dasselbe bewegenden Muskeln statt findet. Für jede Bewegung, deren das Gelenk nach dem Mechanismus seines Baus fähig ist, finden sich Muskeln bereit, die nach ihrer Lagerung geeignet sind, jene Bewegungen zur Ausführung zu bringen. Bei einem Charniergelenk z. B., wie am Knie oder Ellenbogen, das nur einer einzigen Bewegung in derselben Ebene fähig ist, laufen die Sehnen parallel mit dem Knochen, so daß durch Zusammenziehung und Erschlaffung der dazu gehörigen Muskeln nur jene Bewegung, keine andere, erfolgt. Möchten immerhin diese Gelenke vermöge ihres Baus einer freieren Bewegung fähig seyn, es fänden sich keine Muskeln, um dieselbe zur Ausführung zu bringen. Dagegen sind bei der Schulter und der Hüfte, deren Pfannengelenke eine Kreisbewegung zulassen, die Sehnen und Muskeln so angelegt, daß jede Bewegung, deren das Gelenk fähig ist, durch sie bewirkt werden kann. Der sogenannte Schneidermuskel z. B.,

der am Becken entspringt, dann schief über die vordere Seite des Schenkels hinläuft und sich an den Hauptknochen des Unterschenkels an seiner innern Seite, ein wenig unter dem Knie, ansetzt, befähigt uns, die Beine über einander zu schlagen; so oft er sich zusammenzieht, wirkt er zugleich auf das freie Gelenke an der Hüfte und auf das Charnier am Knie. Wir haben den eigenthümlichen Mechanismus der Knochen betrachtet, wodurch die rotirende Bewegung des Kopfes und der Hand vermittelt wird; ihm entsprechend zeigt sich in der schiefen Richtung der dazu gehörigen Muskeln ein eigenthümlicher Apparat, wodurch der Knochenmechanismus in Bewegung gesetzt wird. Man lasse dieses Zusammenwirken verschiedener Körpertheile zu Einem Zwecke nicht unbeachtet: die schiefen Muskeln wären wirkungslos gewesen ohne den entsprechenden Mechanismus der Knochen; dieser Mechanismus hinwiederum hätte nichts genützt, ohne den Dienst der schief liegenden Muskeln. Hinsichtlich des Kopfs ist zwar zu bemerken, daß die schiefen Bewegungen und Wendungen desselben oft bloß Diagonalbewegungen sind, die durch das Zusammenwirken mehrerer gerade liegender Muskeln bewirkt werden; allein dies ändert in der Hauptsache nichts: die bewegende Kraft mag eine einfache oder eine zusammengesetzte seyn — immer ist die Articulation so beschaffen, daß sie mit der Muskelthätigkeit in vollkommenem Einklang steht. Ferner sind die an dem Kopfe angebrachten schiefen Muskeln so gelagert, daß sie ebensowohl dazu dienen, dem Schädel Halt zu geben als ihn zu bewegen. Ein neugebornes Kind vermag seinen Kopf noch nicht aufrecht zu halten, und nach dem Tode senkt sich das Haupt und schlottert. Dies beweist, daß nur durch das Gleichgewicht der Muskeln, durch beständig wirkende, bedeutende und gleich vertheilte Muskelkraft der Kopf gerade gehalten wird. Die Muskeln machen hier gut, was sonst als ein bedeutender Mangel in der Artikulation erschiene; denn so trefflich das Halsgelenk auf die Bewegung des Kopfs berechnet ist, so vermag es ihn doch nicht allein zu tragen. Braucht es somit einen kunstreichen Knochenbau,

damit der Mensch den Kopf soll drehen können, so bedarf es weise vertheilter Muskelkraft, damit er ihn aufrecht halten könne.

Einen weitern Beleg von der Harmonie zwischen Knochen und Muskeln gibt uns die Betrachtung der Rückenwirbel, deren Fortsätze auf das genauste nach dem Maaß der Bewegung, die der benachbarte Knochen zuläßt, und nach der Kraft der an den Rückgrat befestigten Muskeln berechnet sind.

2. Der Muskel wirkt bloß durch Zusammenziehung. Seine Kraft vermag sich auf keine andere Weise zu äußern. Hört die Zusammenziehung auf, so wird er schlaff, d. h. er kehrt von selbst in seine frühere Lage zurück, ohne alle Kraftäußerung. * Die Natur der Muskelfasern bringt es so mit sich, und damit ist auch klar, daß die reciproke energische Bewegung der Glieder, worunter wir willkührliche Bewegung in entgegengesetzten Richtungen verstehen, allein durch die

---

* So gut dies auseinandergesetzt ist, so zeigt das Muskelsystem doch noch eine merkwürdigere Eigenschaft. Beim oben angeführten Beispiele vom Aufrechthalten des Kopfes — und dasselbe gilt natürlich von der aufrechten Haltung des ganzen Körpers — ist das Merkwürdigste das, daß wir die geringste Abweichung des Körpers, oder irgend eines Gliedes von der senkrechten Richtung empfinden, obgleich es schwer wäre anzugeben, zu welcher Klasse bekannter Empfindungen wir dieses Gefühl rechnen sollen. Wir empfinden nicht nur die geringste Abweichung von der perpendikulären Stellung des Körpers, wir wirken ihr auch entgegen, indem das ganze Muskelsystem aufs feinste zusammenspielt. Allerdings herrscht im Muskelsystem der Antagonismus; allein die Wechselthätigkeit der Muskeln ist so fein berechnet, daß das oft gebrauchte Beispiel zweier Männer, die miteinander einen Holzblock zersägen, keinen Begriff davon gibt. Der Muskel befindet sich, wenn seine sogenannte eigentliche Lebensthätigkeit, die Zusammenziehung, vorüber ist, keineswegs im Zustand eines schlaffen Stricks; im Gegentheil erhält sich beständig ein Gleichgewicht zwischen dem Grade, in welchem die eine Gruppe von Muskeln erschlafft und die andere sich zusammenzieht; in beiden herrscht Lebensspannung, wodurch das Glied in jeder beliebigen Richtung oder Stellung erhalten werden kann.

Vermittlung solcher Muskeln, die miteinander in Wechselthätigkeit stehen, durch sogenannte Beuge- und Streckmuskeln vor sich gehen kann. Der zweibäuchige Armmuskel und der innere Armmuskel z. B., die vorn am Oberarm liegen, biegen, sobald sie sich zusammenziehen, den Ellbogen, und zwar mit dem Grade von Kraft, den das jedesmalige Bedürfniß erfordert, oder der ihnen überhaupt zukommt. Nach der Erschlaffung dieser Muskeln müßte nun der Vorderarm schlaff hinabfallen. Aber der Mensch muß den Arm auch abwärts schnellen, d. h. ihn nicht nur im Ellbogen biegen, sondern auch kräftig strecken können, und dazu sind nun andere Muskeln (longus et brevis brachialis *externus* und anconæus) hinten am Arm gelagert, welche durch ihre Zusammenziehung den Vorderam in gerade Linie mit dem Ellbogen schnellen. Gleiche Einrichtung findet sich an allen Gliedern und an jedem beweglichen Theile des Körpers. Nie wird ein Finger gebogen und wieder ausgestreckt, ohne daß zwei Muskeln dabei thätig wären. Daraus ergibt sich, daß die thierischen Funktionen jene eigenthümliche Einrichtung der Muskeln erfordern, die wir mit dem Namen Antagonismus bezeichnen. Jeder Muskel hat nämlich seinen Gegner, und sie sind zwei Zimmerleuten vergleichbar, die einen Balken zersägen, indem sie die Säge gegenseitig hin und her ziehen. Es gibt schwerlich einen einleuchtenderen Beweis von Plan und Zweck, als diese Stellung und Anordnung der Muskeln. Die Natur und Beschaffenheit der Muskelfasern einmal gegeben, läßt sich gar nicht denken, wie der vorgesetzte Zweck, thierische Bewegung, anders hätte erreicht werden können. Allein nicht nur die Fähigkeit sich zu bewegen, auch die Symmetrie und Schönheit des Körpers wird durch diese Lagerung der Muskeln vermittelt. Der Mund z. B. hält sich nur dadurch in der Mittellinie des Gesichts, seine Winkel sind nur dadurch vollkommen symmetrisch, daß zwei Muskeln in verschiedener Richtung daran ziehen und sich das Gleichgewicht halten. Wird durch einen Schlagfluß der Muskel der einen Seite gelähmt, so zieht der entgegengesetzte Muskel den Mund schief auf die andere Seite.

3. Eine andere Eigenthümlichkeit der Muskeln, die bloß das Resultat sorgfältiger Berechnung seyn kann, besteht darin, daß sie beinahe nie einander in ihrer Thätigkeit hindern. Ich weiß bloß ein einziges Beispiel, wo die Thätigkeit einer Muskelparthie der einer andern hindernd in den Weg tritt: wir können nicht wohl schlucken, während wir gähnen; dies rührt daher, daß die Muskeln, die wir zum Acte des Schluckens brauchen, mit den Muskeln der untern Kinnlade so verschlungen sind, daß sie nicht frei wirken können, so lange gerade letztere sich zusammenziehen. In diesem Falle ist der Uebelstand sehr unbedeutend, ja kaum der Rede werth; allein das Beispiel zeigt uns, welche Folgen es haben müßte, wenn der Fall häufiger einträte. Wenn wir nun bedenken, daß am menschlichen Körper nicht weniger als vierhundert und sechs und vierzig bekannte und wissenschaftlich benannte Muskeln sind, daß sie dicht aneinander und gleichsam schichtenweise übereinander liegen, einander kreuzen, bald in einander hineingebettet sind, bald einander durchbohren, und daß nichtsdestoweniger jeder freien Spielraum für seine Bewegung hat, so werden wir wohl glauben, daß eine solche Einrichtung Plan und Ueberlegung voraussetzt.

4. Nicht selten tritt der Fall ein, von dem wir jetzt sprechen. Es bedarf der Thätigkeit eines Muskels an einem Orte, wo seine Gegenwart Uebelstände mit sich führen würde. In diesem Falle ist der Haupttheil, der Bauch des Muskels, an irgend einem bequemen entfernten Orte angebracht, und mit dem Körpertheile, auf welchen er zu wirken hat, durch dünne Sehnen in Verbindung gesetzt. Wären die Muskeln, durch welche die Finger bewegt werden, in der äußern oder innern Fläche der Hand angebracht, so wäre dieselbe zu einem unförmlichen, dicken Klumpen aufgeschwollen; die Schönheit, das Ebenmaaß des Organs wäre zerstört gewesen. Diese Muskeln wurden daher in den Arm, und zwar in die Nähe des Ellbogens versetzt; von hier aus wirken sie vermittelst langer Sehnen, die bis zum Handgelenke hinablaufen und unter dem Handwurzelband durchgehen, auf

Bayerische Staatsbibliothek München

die Gelenke der Finger, die sie in Bewegung zu setzen haben. Wie zierlich sind gleicherweise die Muskeln, durch welche die Zehen und andere Fußgelenke bewegt werden, in der Wade angebracht, während sie am Fuß selbst nur eine häßliche Anschwellung hervorgebracht hätten. Wir erinnern hier an die schon früher beschriebene Lage des Muskels, der die sogenannte Nickhaut über das Auge herzieht. Der Ort, wo er zu wirken hat, ist vorn am Auge; allein er selbst ist hinter dem Augapfel angebracht, wo er sicher liegt und zugleich auf keinerlei Weise hinderlich ist.

5. In der Gestalt und dem Bau der Muskeln herrscht außerordentliche Mannichfaltigkeit, die folgendermaßen zu erklären ist. Nach einem, wie es scheint, ganz allgemeinen Gesetz, zieht sich der Muskel immer gegen seinen Mittelpunkt zusammen; somit war es die mechanische Aufgabe, jedesmal den Muskel so zu gestalten und anzulegen, daß die Bewegung in Uebereinstimmung mit diesem Gesetze zu Stande kommen konnte. Dies war nur dadurch möglich, daß die verschiedenen Muskeln eine Form erhielten, die nicht bloß ihren besondern Verrichtungen entsprach, sondern auch nach ihrer jedesmaligen Lage und ihren äußern Beziehungen berechnet war. Aus diesem Grunde finden wir Muskeln von den verschiedensten Formen und in den mannichfachsten Lagen; wir sehen Muskeln mit doppelten, manchmal mit dreifachen Sehnen, manchmal ohne alle Sehnen; an dem einen Orte haben mehrere Muskeln nur Eine gemeinschaftliche Sehne, an einem andern hat Ein Muskel mehrere Sehnen. Während so das Organ unendlicher Modificationen der Form fähig ist, bleibt die wesentliche Eigenschaft des Muskels, das Gesetz und die Richtung seiner Zusammenziehung, unverändert dieselbe, höchst einfache. Das Muskelsystem gleicht hierin vollkommen unsern Kunstgebilden. Ein Künstler, ein Mechaniker ändert nichts an der ursprünglichen Beschaffenheit seiner Materialien, oder an den Gesetzen ihrer Wirkung. Er nimmt sie, wie er sie vorfindet. Seine Kunstfertigkeit und sein Scharfsinn besteht darin, daß er sie, so wie sie sind, zu

Bayerische Staatsbibliothek München

seinen Zwecken benützt, indem er den einzelnen Theilen seiner Maschine eine Form und eine gegenseitige Beziehung gibt, wobei die unabänderlichen Eigenschaften seiner Materialien zu dem Zwecke zusammenwirken, den er erreichen will.

6. Man kann es nie zu oft wiederholen: Unzähliges muß in unserem Körper in Ordnung seyn, wenn wir uns nur eine Stunde wohl befinden sollen; wie Unzähliges vollends, sollen wir uns frei und kräftig bewegen können! In den bei weitem zahlreichsten Fällen erhält aber der menschliche Körper fortwährend seine Kraft und Beweglichkeit, obgleich diese Eigenschaften von so unzähligen Werkzeugen abhängen, und es häufig die größten Uebelstände mit sich führt, wenn eines der kleinsten dieser Werkzeuge, etwa ein einziges Paar der vierhundert sechs und vierzig Muskeln, fehlt oder in Unordnung ist.

Es liegt viel Gefühl und Sinn in folgender Betrachtung, die wir einer christlichen Zeitschrift entnehmen. „Mit vieler Theilnahme," sagt der Verfasser, „und zugleich mit gerührter Anerkennung der göttlichen Güte sah ich auf das Unglück eines Mannes, der sonst vollkommen gesund war, und nur jene zwei kleinen Muskeln, welche die Augenlieder in die Höhe ziehen, nicht brauchen konnte, so daß er darüber fast des Gesichts beraubt war und seine Augenlieder jeden Augenblick mit den Händen in die Höhe schieben mußte, so lange der Uebelstand währte." Dies mag uns überzeugen, wie wenig diejenigen, welche sich der vollkommenen Gesundheit aller Glieder erfreuen, das Maaß ihres Glücks und den Umfang ihrer Verbindlichkeiten gegen Gott zu schätzen wissen. Sie genießen das Resultat, denken aber selten daran, wie viele Umstände zusammenwirken, wie viele Berechnungen zutreffen mußten, bis das Resultat gewonnen war.

Nach diesen Bemerkungen, die sich auf den Muskel als solchen beziehen, wollen wir nun noch einiger besondern mechanischen Vortheile erwähnen, die bei gewissen Muskeln augenfälliger hervortreten als bei andern.

1. Die Mannichfaltigkeit, Schnelligkeit und Genauigkeit der Bewegung, deren die Muskeln fähig sind, ist bei keinem Körpertheile auffallender, als bei der Zunge. Gewiß lohnt es sich für Jeden der Mühe, die ausnehmende Beweglichkeit seiner Zunge, die wundervolle Genauigkeit, mit der sie jede Bewegung ausführt, genauer zu beobachten. Jede Sylbe, jeder artikulirte Ton erfordert für seine Aussprache eine besondere Bewegung der Zunge und der benachbarten Theile. Bei jedem Buchstaben und jedem Worte geht im Munde eine besondere Veränderung vor, die bei genauer Beobachtung sogar für das Auge wahrnehmbar ist, so daß der Scharfsinn diesen Umstand benützt hat, um Taube sprechen und das von Andern Gesprochene verstehen zu lehren. Bei jedem Menschen, der sich einmal seine Sprachweise gebildet hat, bringt eine gewisse und nur diese Stellung der Theile einen gegebenen artikulirten Laut mit unfehlbarer Sicherheit hervor. In welch unglaublich kurzem Zeitraum nehmen die Organe diese Stellungen an und geben sie wieder auf! Wie zahlreich, wie mannichfaltig sind alle diese Veränderungen, und mit welcher Sicherheit gehen sie vor sich! Nicht regellose Mannichfaltigkeit haben wir hier zu bewundern; hier ist Mannichfaltigkeit, die einem Gesetze gehorcht, die zu einem bestimmten Ziele führt und nach den verschiedensten Bedürfnissen berechnet ist. Diese Beobachtungen über die Beweglichkeit der Zunge stehen in vollkommenem Einklange mit ihrer Anatomie. Ihre Muskeln sind so zahlreich und so ineinander verschlungen, daß die sorgfältigste Zergliederung sie nicht zu entwirren vermag; aber weder die große Zahl, noch die Verschlingung, noch die scheinbare Verwirrung der Fasern wirkt irgendwie störend auf die Bewegungen oder auf den bestimmten und ausgeprägten Charakter derselben.

Ich bitte hier den Leser um Erlaubniß, ein wenig aus meinem Geleise treten und die Theile des Mundes in einigen ihrer Eigenthümlichkeiten betrachten zu dürfen. Ein ausgezeichneter Physiolog hat gesagt, wenn die Natur zwei oder

mehr Zwecke durch ein und dasselbe Werkzeug erreichen wolle, so erreiche sie beide oder alle unvollkommen. Gilt dies auch von der Zunge, die zugleich ein Werkzeug für Sprache und Geschmack, oder gar für drei Zwecke: für sprechen, schmecken und schlingen ist? Sind nicht unter tausend Menschen neunhundert neunundneunzig vollkommen gut im Stande, vermittelst dieses Einen Organs zu sprechen, zu schmecken und die Speisen zu schlingen? In der That, die beständige Wärme und Feuchtigkeit der Zunge, die Feinheit ihrer Haut, die Wärzchen auf ihrer Oberfläche, befähigen dieses Organ so gut zum Schmecken, als das unendliche Labyrinth ihrer Muskelfasern zu den raschen Bewegungen, wie sie zum Sprechen erforderlich sind. Bei Thieren, welche Gras fressen, ist die Zunge mit einer durchlöcherten Haut überzogen, welche den Saft des gekauten Futters zu den tiefer liegenden Wärzchen dringen läßt, diese selbst aber gegen die Reibung der spitzen unzerkauten Pflanzentheile schützt.

Es sind innerhalb der Höhlung des Mundes mehr bestimmte Zwecke erreicht und diesen Zwecken entsprechende Organe angebracht, als wohl innerhalb irgend eines gleich großen Raumes im Körper: Zähne von verschiedener Gestalt zum Abbeißen und zum Zermalmen; Muskeln, aufs künstlichste angebracht, um die zusammengesetzte, halb seitliche, halb senkrechte Bewegung des Unterkiefers zu vermitteln, und das Mühlwerk in Gang zu setzen; Speichelquellen, die an verschiedenen Theilen der Höhlung hervordringen, um die Nahrungsmittel zu befeuchten und deren Verdauung zu erleichtern; Drüsen, um jene Quellen zu speisen; ein eigenthümlicher Muskelapparat im hintern Theile der Mundhöhle, um die zerkauten Speisen zu dem Kanal, der in den Magen hinabsteigt, hin, und sie meist auch durch denselben durchzuführen. Man bildet sich ein, diese letztere Operation gehe schon durch die Schwere der Speisen, ohne anderweitige Beihilfe vor sich; dies ist aber in der That, auch bei der aufrechten Stellung des menschlichen Körpers, nicht der Fall; am augenfälligsten widerlegt es sich bei den Thieren, z. B. bei

einem grasenden Pferde, wo das Futter durch Muskelkraft aufwärts getrieben werden muß, da es nicht von selbst in die Höhe zu steigen vermöchte.

Zu gleicher Zeit geht in demselben Raume ein anderes Geschäft vor sich, das von den genannten ganz verschieden ist — das Athemholen und das Sprechen. Wir finden demnach neben den mancherlei so eben beschriebenen Einrichtungen noch einen Kanal, der von der Mundhöhle in die Lungen führt, und mit Ausschluß jeder andern Substanz nur Luft einläßt; wir bemerken mehrere Muskeln im Kehlkopfe und unzählige in der Zunge, wodurch diese Luft während ihres Durchzugs so mannichfach und dabei mit solcher Sicherheit modulirt wird, wie dies kein anderes musikalisches Instrument im Stande ist. Dieser ganzen Maschinerie wird meines Erachtens dadurch die Krone aufgesetzt, daß sich eine besondere Vorrichtung findet, um den pneumatischen Theil des Apparats vom mechanischen zu trennen, damit nicht die beiden Klassen von Bewegungen sich gegenseitig stören. Wo mehrere Funktionen miteinander verbunden sind, liegt die Hauptschwierigkeit darin, die Uebelstände zu beseitigen, die aus zu großer Verwicklung entspringen könnten. Nun wüßte ich aber keinen künstlichen Apparat, wo so mannichfache Zwecke auf so geschickte Weise erreicht würden, als eben die Organisation der menschlichen Mundhöhle; ich wüßte nirgends eine Maschine, die bei so verschiedenartigen Verrichtungen zugleich so einfach wäre. Der Mund mit all seinen Funktionen ist nur Eine Höhle, Eine Maschine, wo alle zusammengehörigen Theile sich in der vollkommensten Harmonie und Ordnung befinden, wo keiner durch die übrigen in seinen Verrichtungen gestört wird, sondern vielmehr jeder besondere Theil den gehörigen Spielraum zur Erreichung des ihm besonders angewiesenen Zweckes hat. Wenn wir nun auch nicht in einem und demselben Augenblicke essen und singen können, so können wir doch in dem einen Augenblicke essen, und in dem gleich darauffolgenden singen, während zu gleicher Zeit das Athemholen ungehindert vor sich geht.

Es gibt jedoch einen Fall, wo der Mund für sich allein nicht im Stande ist, einer gedoppelten Verrichtung vorzustehen, die namentlich im Kindesalter zu einer und derselben Zeit vor sich gehen muß: nämlich Saugen und Athemholen. Es wurde daher für die Luft ein anderer Durchgang geöffnet, und zwar durch die Nase, welche den Athem ein- und ausstreichen läßt, während die Lippen im Akt des Saugens nothwendig fest an dem Körper anliegen, dem die Nahrung entströmt. Es ist dies ein Umstand, der mir stets bemerkenswerth schien. Die Nase wäre dadurch nothwendig geworden, auch wenn sie nicht zum Organe des Riechens bestimmt gewesen wäre. Sie aber zum Sitze eines besonderen Sinnes machen, hieß nur einem bereits unentbehrlichen Theile ein weiteres Geschäft anweisen, und einen weisen Vortheil aus einer schon vorher vorhandenen Nothwendigkeit ziehen. *

---

* Bei Aufzählung der mannichfaltigen Verrichtungen des Mundes und der Zunge wundert sich unser Verfasser hauptsächlich über die Einfachheit des Werkzeugs. Diese Einfachheit ist aber nur eine scheinbare, oberflächliche; erst bei tieferem Eindringen zeigt sich, wie verwickelt der Bau ist, und manche wichtige Entdeckungen in Bezug auf die Nerven waren der neuesten Zeit vorbehalten. Wir wählen, ohne tiefer auf den Gegenstand einzugehen, die Zunge als Beispiel. Die Zunge ist ein feines Tastorgan; sie ist der Sitz des Geschmacksinns; sie ist unentbehrlich für den Prozeß des Schlingens; ihre Bewegungen und Modulationen beim Sprechen sind unzählig: allein der Grund, warum ein äußerlich so einfacher Körpertheil so verschiedener Verrichtungen fähig ist, wird nur dem Anatomen klar, der die Nerven in diesem Organ verfolgt. Er entdeckt außer den Nervenfäden, die von den Zungenwärzchen rückwärts zum Gehirn laufen, noch andere Nerven, die als Organe des Willens die Muskeln der Zunge in Bewegung setzen. Er findet ferner einen Nerven, welcher dem Akt des Schlingens vorsteht und die Bewegungen des Schlundes und der Zunge vermittelt; einen weitern Nerven, der ans Stimmorgan im Kehlkopfe verläuft, sich in die Zunge verzweigt, und die Bewegungen derselben mit denen des Kehlkopfs so combinirt, daß wir im Stande sind, artikulirte Laute hervorzubringen. Diese Nervenstränge sind die eigentlichen Organe, wodurch ein äußerlich einfaches Glied eine Mannichfaltigkeit von Beziehungen entwickelt. Bei sehr

Wir kehren jedoch zum eigentlichen Gegenstande des gegenwärtigen Kapitels — der Schnelligkeit und Sicherheit der Muskelbewegung zurück. Diese beiden Eigenschaften sind besonders beim Spielen musikalischer Instrumente bemerkbar, wobei die von der Hand des Musikers ausgeführten Bewegungen in reißender Schnelligkeit aufeinander folgen und genau abgemessen sind, wenn sie auch an sich noch so geringfügig scheinen. Die Muskeln gehorchen hier dem Willen auf eine Weise, die, mögen wir nun die Schnelligkeit oder die Präcision ins Auge fassen, gleich bewundernswerth ist.

Man beobachte ferner seine eigene Hand während des Schreibens. Wie vieler Muskeln bedarf es, um die Feder zu halten; wie abgemessen greifen bei jedem Federzuge die Bewegungen der in Thätigkeit gesetzten Sehnen ineinander! und fünfhundert solcher Züge lassen sich machen in einer einzigen Minute! Nicht Ein Buchstabe läßt sich bilden, ohne eine, zwei oder drei Muskelzusammenziehungen, die sowohl hinsichtlich der Wahl des erforderlichen Muskels, als hinsichtlich des Raumes, innerhalb dessen die Zusammenziehung vor sich geht, genau abgemessen sind. Und wie rasch folgt hier Bewegung auf Bewegung! wie treu vollziehen die Muskeln ihren Dienst, wie fest halten sie an der Ordnung, die entweder der Wille oder die Gewohnheit ihnen vorschreibt! Diese Ordnung, diese Gleichartigkeit in den Zügen findet sich durchgängig in der Handschrift eines Mannes, er mag so gut oder so schlecht schreiben, als er will. Diese zwei Beispiele: Musik und Schreiben, beweisen nicht bloß die Schnelligkeit und Regelmäßigkeit der Muskelbewegung, sondern auch ihre Gelehrigkeit.

2. Unter den eigenthümlichen Muskelbildungen erscheinen

---

vielen Organen, die scheinbar sehr einfach sind, und vermittelst welcher wir mancherlei Bewegungen so leicht ausführen, daß wir gar nicht daran denken, was Alles zum Mechanismus erforderlich war, entdeckt somit das Auge des Anatomen im innern Bau tausend kleine Umstände und Beziehungen, von welchen eben die Function abhängig ist.

besonders die kreisförmigen Muskeln, Schließmuskeln genannt, als ausgezeichnete Mechanismen. Hier ist die Muskelkraft aufs glücklichste und unter ganz eigenthümlichen Umständen verwendet. Die kreisförmige Lagerung der Fasern ist rein mechanisch; doch ist das Mechanische nicht das Einzige, was bei den Schließmuskeln unsere Aufmersamkeit verdient. Das wohl berechnete Maaß der ihnen verliehenen Schließkraft, die, während sie zum Schließen zureicht, doch im erforderlichen Falle nachgibt, der Grad ihrer Spannung im gewöhnlichen Zustande, in Folge dessen sie nicht beständig, sondern nur erforderlichen Falls vom Willen abhäng sind — dies vorzüglich gibt ihnen unschätzbaren Werth in der thierischen Oekonomie. Gerade ihr halbwillkührlicher Charakter entspricht so ganz den Bedürfnissen und Verrichtungen des Thiers.

3. Wir bemerken ferner, daß manche der nothwendigsten Bewegungen durch die combinirte Thätigkeit mehrerer Muskeln vermittelt werden. Häufig wird durch die Zusammenziehung von Muskeln, die in der Richtung der Seiten eines Parallelogrammes wirken, eine diagonale Bewegung hervorgebracht. Dies ist, wie wir bereits erwähnten, der Fall bei einigen der schiefen Bewegungen des Kopfes. Manchmal ist die Zahl der zusammenwirkenden Muskeln sehr groß. Beim Prozeß des Athemholens sind zu gleicher Zeit hundert Muskeln in Thätigkeit, und dieses Geschäft verrichten wir, ohne daß es uns einfällt, was für ein großes Werk damit vollbracht wird, welch ein Apparat von Werkzeugen zum unmittelbaren Dienste erforderlich ist, und wie viele andere ihre Beiträge liefern müssen, damit der Endzweck erreicht wird. Ein leichter Athem ist ein Glück, dessen man in jedem Augenblicke theilhaftig wird, aber ein Glück, dessen man gar nicht bewußt wird. Nur wer am Asthma leidet, weiß zu sagen, wie hoch es zu schätzen ist.

4. Home hat die Bemerkung gemacht, daß die wichtigsten und feinsten Bewegungen durch die kleinsten Muskeln ausgeführt werden, und führt als Beweis die in der Iris des Auges und in der Trommelhöhle entdeckten Muskeln an. Die

Feinheit dieser Muskeln ist erstaunlich; sie gleichen mikroskopischen Haaren und müssen vergrößert werden, wenn man sie untersuchen will, und doch sind es ächte, wirkliche Muskeln; ja, der Gebrauch unserer kostbarsten Sinne, das Sehen und Hören, hängt von der Gesundheit und Thätigkeit derselben ab.

5. Die Muskeln der Gliedmaßen befinden sich, so oft sie thätig sind, in einem mechanischen Nachtheile. Der Muskel an der Schulter z. B., durch welchen der Arm aufgehoben wird, ist ungefähr so angebracht, wie das Gewicht einer Schnellwage, das nur einige Linien vom Punkte hängt, an welchem der Wagbalken spielt. In dieser Lage ist schon ein bedeutendes Gewicht erforderlich, um einer kleinen Last, die an den längeren Arm des Balkens, etwa fünfzehn oder zwanzig Zoll vom Schwebepunkte entfernt, gehängt wird, das Gleichgewicht zu halten. Hierin eben besteht der mechanische Nachtheil, von dem wir sprachen, und es wäre ein absoluter Nachtheil, wenn es sich darum handelte, Muskelkraft zu ersparen. Wir werden uns aber leicht überzeugen, wie vortheilhaft diese Einrichtung dem Thiere ist. Ein Mechanismus hat immer die eine oder die andere Aufgabe zu lösen: entweder hat er ein großes Gewicht langsam durch einen kleinen Raum, oder er hat ein kleines Gewicht schnell durch einen bedeutenden Raum fortzubewegen. Zur Erreichung des erstgenannten Zwecks würde eine andere Art von Hebel oder eine andere Stellung und Anlage der Muskeln, als die im thierischen Körper stattfindende, ohne allen Zweifel dienlicher seyn; zur Erreichung des letztgenannten Zwecks dagegen ist eben unser gegenwärtiger Muskelbau der einzig richtige. Nun ist aber offenbar Erreichung des zweiten, nicht des ersten Zwecks Bedürfniß des thierischen Lebens. Die Hand z. B. schnell und mit Leichtigkeit zum Kopfe führen zu können, hat für jeden Menschen gewiß ungleich größern Werth, als die Fähigkeit, ein mehrere Centner schwereres Gewicht heben zu können, als wir bei unserer gegenwärtigen Körperkraft zu heben im Stande sind. Letzteres ist ein Vermögen, das wir etwa

bei außerordentlichen Veranlassungen zu besitzen wünschten; das andere ist das Bedürfniß jeder Stunde, jedes Augenblicks. Ebenso wird ein Landmann oder ein Gärtner weit mehr ausrichten, wenn er seine Sense, seinen Rechen oder seinen Dreschflegel mit gehöriger Geschwindigkeit durch einen gegebenen Raum zu bewegen vermag, als wenn bei einem viel größeren Grad von Kraft seine Bewegungen um so viel beschränkter und langsamer wären. Ebenso geht es dem Handwerker mit seinen Werkzeugen, und ebenso allen Thieren mit dem Gebrauch ihrer Glieder. Im Allgemeinen würden sie sehr verlieren, wenn sie die Raschheit ihrer Bewegungen mit größerer Kraft und damit plumperem Bau vertauschen müßten.

Nachdem wir den Muskelbau im Allgemeinen betrachtet und auch über einige besondere Gattungen von Muskeln uns nähere Kenntniß verschafft haben, sey es noch erlaubt, einige einzelne Muskeln aufzuführen, die das Gepräge mechanischer Vollendung am augenfälligsten an sich tragen. Unter vielen Beispielen wähle ich folgende:

1. Manche, sogar sehr klare, und dabei höchst merkwürdige Muskelbewegungen sind nicht gemeinverständlich zu machen, wenigstens nicht ohne Abbildungen. Dies gilt namentlich von der wohl bekannten, aber sehr complicirten Bewegung des Unterkiefers und der ihn in Thätigkeit setzenden Muskeln. Von diesen Muskeln glaube ich jedoch Einen so beschreiben zu können, daß ich hoffen darf, meinen Zweck zu erreichen. Die Aufgabe ist, den Unterkiefer abwärts zu ziehen. Dies scheint auf die natürlichste und einfachste Weise erreicht zu werden, wenn eine an das Kinn befestigte Muskelsehne an die Brust herabliefe, wo ein gerader Muskel durch seine Zusammenziehung den Mund leicht zu öffnen und so jene Bewegung einfach hervorzubringen vermöchte. Es ist aber einleuchtend, daß die Anlage eines solchen Muskels sowohl mit der Form als der Beweglichkeit des Halses unverträglich wäre, und daß, wenn der Hals seine gegenwärtige Gestalt beibehalten sollte, die fragliche Bewegung nur durch einen, weiter hinten an der Kinnlade angebrachten Muskelmechanismus

bewirkt werden konnte. So geschah es denn auch wirklich, und zwar auf folgende Weise: Ein gewisser Muskel, der zweibäuchige Muskel des Unterkiefers genannt, entspringt am Schädel bedeutend über dem Gelenk des Unterkiefers und läuft abwärts, sich in eine runde Sehne verwandelnd, die dem Zungenbein zuläuft; an diesem ist sie durch einen Ring oder eine Rolle gezogen, und von hier nimmt nun der zweite Bauch seine Richtung aufwärts und befestigt sich innen und vorne am Unterkieferknochen: mittelst dieses Durchschlingens durch die Rolle zieht nun der Muskel, der in gerader Richtung den Unterkiefer hinaufgezogen hätte, denselben herab. „Unser Mund“ sagt Heister, „wird durch diese Rolle auf eine höchst wunderbare und zierliche Weise geöffnet.“

2. Gibt es eine reinere mechanische Vorrichtung, als wenn eine Sehne eine Spalte hat, durch welche eine andere durchläuft? Diese Bildung finden wir an den Sehnen, welche die Zehen und Finger bewegen. Die sogenannte lange Sehne des Fußes, durch welche das erste Zehenglied gebogen wird, zieht sich durch die kurze Sehne hindurch, vermittelst welcher wir das zweite Glied biegen; dieser Durchzug verschafft jener freiere Wirksamkeit, als ohne dies möglich gewesen wäre. Schwerlich findet sich in der Anlage der Drähte und Bänder, durch welche in einer Spinnerei die Bewegung von einem Theil der Maschine zum andern hingeleitet wird, etwas künstlicheres, etwas, was sich augenfälliger als solches ankündigt, als diese Durchbohrung.

3. Der nächste Fall, den ich noch erwähnen will, ist ein so entschiedener Beweis von Kunst und Plan, daß er mir immer gewissermaßen geeignet schien, jede weitere Bemerkung über diesen Gegenstand überflüssig zu machen: es ist die Befestigung der vom Bein in den Fuß hinabsteigenden Sehnen an den Knöchel vermittelst eines besonders hiezu bestimmten Bandes. Der Fuß schließt sich unter einem beträchtlichen Winkel an das Bein an; es ist daher sehr leicht einzusehen, daß biegsame Sehnen, die längs dieses Winkels herabsteigen,

sich selbst überlassen, durch die Anziehung und Spannung von dem Winkel abspringen müßten. Das beste Mittel dagegen ist offenbar, sie anzubinden, und dies ist denn auch wirklich geschehen. Quer über den Fuß, da, wo er an den Unterschenkel stößt, zieht sich ein starkes Band, unter welchem die Sehnen zum Fuße hinablaufen. Der Nutzen dieses Bandes fällt erst recht in die Augen, wenn es zerschnitten wird; denn alsdann springen die Sehnen vom Winkel ab. Diese Vorrichtung ist so einfach, ihr Zweck ist so klar, ihre Aehnlichkeit mit ganz alltäglichen, allbekannten Kunstgriffen unserer Mechanik so schlagend, daß wir in ihr einen Beweis von Plan und Kunst finden, der keinem Zweifel Raum läßt.

Dieses Beispiel läßt sich auch noch anderweitig benützen; es widerspricht nämlich schnurstracks der hie und da vorgebrachten Ansicht, nach welcher die thierischen Theile sich wohl auch durch einen sogenannten Bildungstrieb, d. h. durch ein in einer unendlichen Reihe von Generationen wirksames unmerkliches Streben nach Vereinigung, gebildet haben könnten. Hier erblicken wir aber kein Streben nach Vereinigung, sondern vielmehr das gerade Gegentheil davon, einen fortwährenden Zug abwärts, ein beharrliches Widerstreben. Der Druck des Querbandes hält die Sehnen beisammen und zieht sie nieder; die Sehnen streben fortwährend dem Druck entgegen. Es ist unmöglich, daß das Band je einmal in Folge dieser Thätigkeit der Sehnen entstanden seyn sollte, da diese Thätigkeit in der geradesten Richtung den sie beengenden Fasern Widerstand leistet, und beständig strebt, dieselben zu zerreißen und zu verschieben, nicht sie zu bilden.

Ich habe mich oft gewundert, warum uns der Mechanismus des thierischen Körpers nicht so sehr, nicht so auf den ersten Blick auffällt, als der einer Uhr oder einer Mühle. Vielleicht liegt Ein Grund darin, daß thierische Körper ihren Hauptbestandtheilen nach aus weichen, schlaffen Substanzen, wie aus Muskeln und Membranen, gebildet sind, während wir uns einen Mechanismus nicht leicht anders als unter

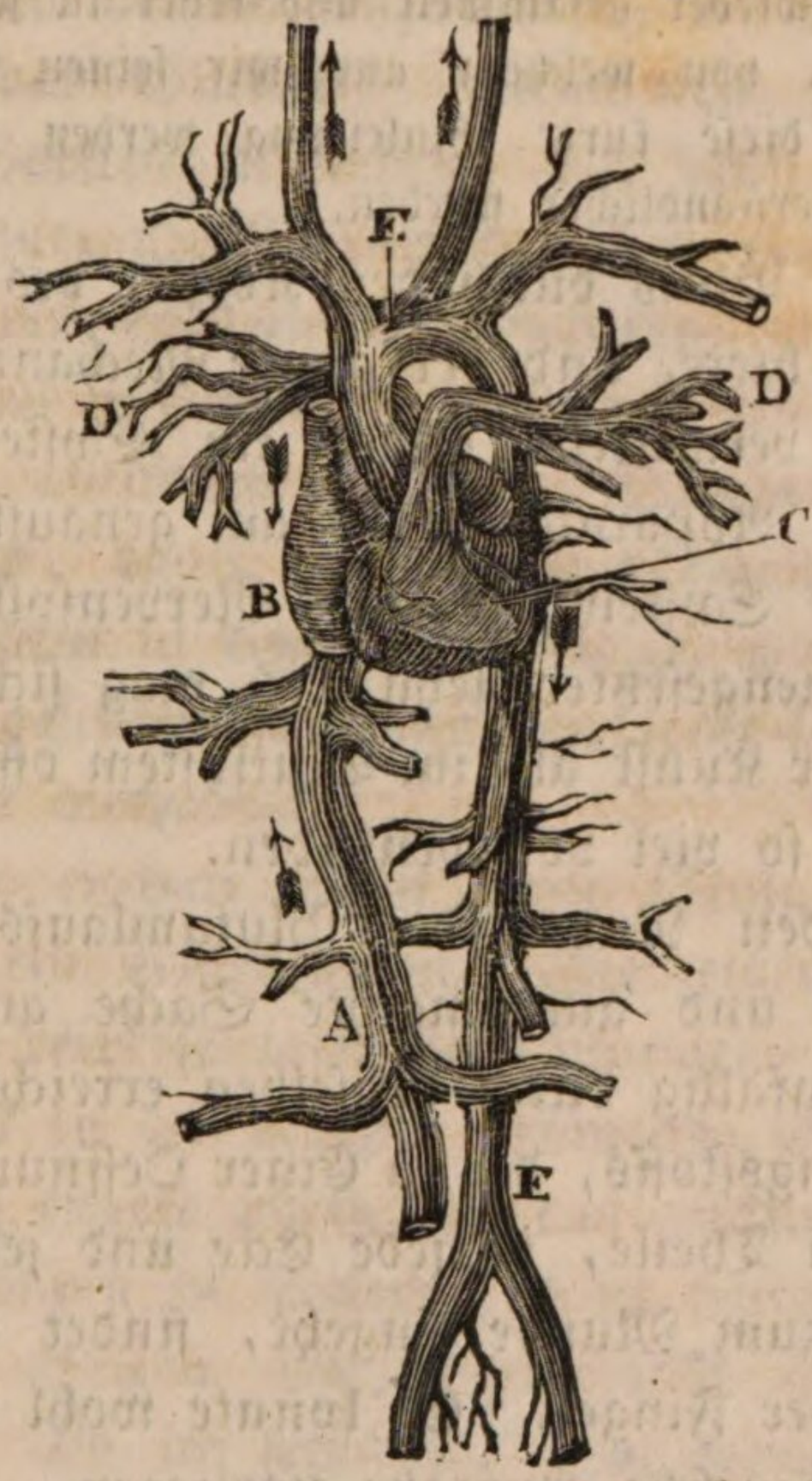
scharfen Linien denken können; mit der Vorstellung einer Maschine verbindet sich bei uns sogleich der Gedanke an gemeißelte, gefeilte, harte Stoffe, an Holz und Eisen. Einiges mag daher auf Rechnung der Gewohnheit kommen. Allein es ist augenfällig, daß zu einer Unterscheidung der Art kein Grund vorhanden ist, indem mechanische Kunst sich an dem einen Material so gut als an dem andern erproben kann.

Obgleich die wenigen anatomischen Beispiele, die wir wählten, schon in unserer Beschreibung als vollkräftige logische Beweise eines schöpferischen Planes erscheinen, so ist doch nie zu vergessen, daß bei allen anatomischen Gegenständen Beschreibung nur ein schwacher Nothbehelf für den ist, welcher der Anschauung entbehren muß.

Ein Anatom sagt daher sehr schön und mit Beziehung auf den eben von uns behandelten Gegenstand: — „Imperfecta hæc musculorum descriptio non minus arida est legentibus quam inspectantibus fuerit jucunda eorundem præparatio. Elegantissima enim mechanices artificia, creberrime in illis obvia, verbis nonnisi obscure exprimuntur: carnium autem ductu, tendinum colore, insertionum proportione, et trochlearium distributione, oculis exposita, omnem superant admirationem.“

Zehntes Kapitel.

Von den Gefäßen des thierischen Körpers.



Diese Zeichnung stellt das Herz und die großen Blutgefäße dar, und mag dazu dienen, einigen Begriff vom Blutumlauf beizubringen. A ist die große Vene, die das Blut aus dem Körper zurückführt. B ist der sogenannte rechte oder Hohlvenenvorhof. Aus diesem Behälter wird das Blut in die rechte oder Lungen-Herzkammer C geleitet, aus welcher die Lungenarterie DD aufsteigt. Die große Lungenarterie hat die Bestimmung, das von dem Körper zurückkehrende Blut in die Lungen zu führen. Die große Vene A, der Hohlvenenvorhof B,

die Lungen=Herzkammer C und die Lungenarterie DD bilden die rechte Seite des Herzens, oder um einen gründlicheren Unterschied anzugeben, sie enthalten dunkles Blut, das nach Abgabe seiner nährenden Stoffe in den Körper, den es durchlaufen hat, vor der Hand diesem Zwecke nicht mehr zu genügen vermag. Wenn dieses Blut in die Lungen kommt, und dort der Atmosphäre, die wir einathmen, ausgesetzt wird, setzt es Kohlenstoff ab, bekommt eine hellrothe Farbe und heißt jetzt Arterienblut. Es kehrt nun durch die Lungenvenen in die linke Seite des Herzens, in den Lungenvorhof und die Aortenkammer zurück. Von dieser linken Kammer steigt die Aorta, die große Arterie, EE auf, die das Blut in jeden belebten Theil des Körpers führt. Nun wird das Blut durch die Enden der Venen aus allen Körpertheilen wieder gesammelt und kehrt in jenen rechten Hohlvenenvorhof zurück, von welchem aus wir seinen Lauf zu verfolgen begannen. Durch diese kurze Einleitung werden die Bemerkungen unsers Verfassers verständlicher werden.

Der Lauf des Bluts durch den Körper des Menschen und der vierfüßigen Thiere, und der ganze Mechanismus, der diesen Blutumlauf vermittelt, bildet ein System, das unter allen organischen Apparaten wohl am genausten gekannt ist. Das lymphatische System oder das Nervensystem mögen feiner und zusammengesetzter seyn, es mag sich auch in ihrer Anlage noch mehr Kunst als im Blutsystem offenbaren, allein wir wissen nicht so viel von denselben.

Ich nehme den Nutzen des Blutumlaufs als eine allgemein anerkannte und ausgemachte Sache an. Ein großer Zweck wird augenfällig durch denselben erreicht: die Vertheilung des Nahrungsstoffs, der zu Einer Oeffnung hereinkommt, in die äußersten Theile, in jede Ecke und jeden Winkel des Körpers. Was zum Munde eingeht, findet seinen Weg bis in die Spitzen der Finger. Es konnte wohl nicht leicht eine schwierigere mechanische Aufgabe vorliegen, als die Auffindung einer Methode, vermittelst welcher der Abgang bei einer so zusammengesetzten Maschine fortwährend ersetzt und zugleich einem jeden besondern Theile fortwährend Substanz zugeführt würde. *

---

* Wir verweisen den Leser auf die Abhandlung über den Blutumlauf im Anhang.

Dieses System stellt sich unter zwei Hauptgesichtspunkten dar: der erste ist die Vertheilung der Blutgefäße, gleichsam die Röhrenleitung; der zweite die Bildung des im Mittelpunkte befindlichen Pumpwerks oder des Herzens, von welchem aus das Blut durch die Röhren getrieben wird.

1. Die Anordnung der Blutgefäße gleicht, insoweit es sich von der Leitung des Bluts in den ganzen Körper handelt, der Brunnenleitung in einer großen Stadt: die Haupt- und Stammröhren verzweigen sich in schwächere und immer schwächere Kanäle, die sich nach allen Richtungen verbreiten, um die Flüssigkeit überall hinzuführen, wo man ihrer bedarf. Soweit trifft das Gleichniß vollkommen zu. Allein beim Blut ist eine Vorkehr zu treffen, die beim Wasser wegfällt: es muß zu seiner Quelle zurückgeführt werden. Für diesen Zweck besteht ein rückleitendes Gefäßsystem, das an seinen äußersten Enden mit den Enden des ersten Systems zusammenhängt, die unendlich verästelten Strömchen zuerst in bedeutendere Aeste, dann in größere Stämme sammelt, und durch sie das Blut in einer, dem Wege, auf dem es herkam, gerade entgegengesetzten Richtung, an seine Quelle zurückführt. All dies ist rein mechanisch.

Der Körper enthält somit zwei Blutgefäßsysteme, ein Arterien- und ein Venensystem. Sie zeigen in ihrem Bau, entsprechend den beiderseitigen Verrichtungen, zwei Unterschiede. Einmal, da das in den Körper strömende Blut von weiteren Röhren in stets engere übergeht, das rückströmende dagegen von engeren Röhren in weitere, so ist einleuchtend, daß der Druck auf die Seiten des Blutgefäßes im erstern Falle weit stärker ist als im letztern. Dem gemäß sind die Arterien, welche das Blut in den Körper führen, aus viel zäheren und stärkeren Häuten gebildet, als die Venen, die es zurückführen. Der zweite Unterschied verräth noch viel deutlicher die Sorgfalt und berechnende Kunst des Werkmeisters. Da wegen der großen Gewalt, mit der das Blut durch die Arterien getrieben wird, eine Verwundung oder Zerreißung derselben viel gefährlicher ist als eine Verletzung der Venen,

so wurden erstere Gefäße nicht bloß durch ihren Bau, sondern auch durch ihre Lage vor Verletzung geschützt, ja Alles angewendet, um sie den vortheilhaftesten Weg zu führen. Bald sind sie in Buchten geborgen, bald ziehen sie durch Rinnen hin, die eigens für sie in den Knochen gegraben sind; so hat z. B. der untere Rand der Rippen eine Furche, einzig zum Durchgang dieser Gefäße. Manchmal laufen sie durch Kanäle, die zu beiden Seiten feste Wände haben; dies ist besonders bemerkbar an den Knochen der Finger: diese haben an ihrer untern Seite eine Hohlkehle, und zwar eine so tiefe, daß man den Finger ringsum bis auf den Knochen durchschneiden kann, ohne die Arterie, die in dieser Vertiefung läuft, zu verletzen. Oft winden sie sich durch Höhlen, die mitten in die Substanz der Knochen hineingearbeitet sind; dies ist namentlich am Unterkiefer der Fall, und auch sonst, wo bei rascher Krümmung Gefahr des Drucks vorhanden war. Alle diese Sorgfalt ist bewundernswerth, ist ganz angemessen der Wichtigkeit des Gegenstandes. Man sagte schon oft von denen, die ihr Leben zur See wagen, es sey bloß ein zolldickes Brett zwischen ihnen und dem Tode; allein im Körper selbst, besonders beim Arteriensystem, ist gar oft dieses Zwischending lange nicht so dick, ist eine bloße Membran, ein Häutchen, ein Faden. Während nun die Arterien überall, wo es thunlich war, mit Schutzmitteln umgeben sind, liegen die Venen, bei denen eine Verwundung viel weniger ernstliche Folgen hat, gemeiniglich über den ersteren; sie kommen näher an die Oberfläche und sind somit auch mehr ausgesetzt.

2. Das nächste, was wir nunmehr zu betrachten haben, ist das Pumpwerk, das diese ganze Maschinerie treibt — das Herz. Für unsern Zweck ist es nicht nöthig, nach dem Prinzip der Bewegung des Herzens zu forschen. Sey es der Reiz von der Berührung des Bluts, sey es der Einfluß des Nervenfluidums, oder was es sonst seyn mag, es ist ein Etwas, was in einer lebenden Muskelfaser wechselnde Zusammenziehung und Erschlaffung hervorbringt. Dieses Resultat liegt

einfach zu Tage, und die Frage ist bloß, auf welche Art jene uns unbekannte Kraft im vorliegenden Falle wirkt. Im Mittelpunkt des Körpers finden wir einen hohlen Muskel, aus spiralförmigen Fasern gewoben, die einander entgegenlaufen, und deren Schichten sich gegenseitig durchschneiden und kreuzen; sie erscheinen indessen bei manchen Thieren mehr halbzirkelförmig als spiralförmig. Durch eine Zusammenziehung dieser Fasern werden die Seiten der Höhlungen im Muskel nothwendig gegen einander gepreßt, so daß jedes Fluidum, das sich innerhalb derselben befindet, ausgestoßen wird; erschlaffen die Fasern, so dehnen sich die Höhlungen wieder aus, und sind hiedurch auf natürliche Weise zur Aufnahme jedes Fluidums, das in sie einströmt, geschickt. In diese Höhlen münden sich nun die großen Stämme sowohl der Arterien als der Venen ein. Hiemit ist der Apparat im Allgemeinen beschrieben, und von seiner Wirkung erhält man am einfachsten eine Vorstellung, wenn man sich denkt, bei jeder Zusammenziehung werde eine Quantität Blut durch eine Spritze in die Arterien getrieben; bei jeder Ausdehnung dagegen ströme eine gleiche Portion durch die Venen wieder in das Herz ein. Damit ergibt sich mit jedem Pulsschlag für die Blutmasse ein Wechsel, der dem körperlichen Inhalt der Höhlung des Herzens, d. h. bei einem ausgewachsenen menschlichen Herzen etwa einer Unze oder zwei Eßlöffeln entspricht. Wie schnell diese Stöße auf einander folgen, und wie gleichförmig dabei die Strömung durch das ganze System erhalten wird, ist aus folgender Berechnung ersichtlich, die wir der Anatomie von Keill entnehmen: „Jede Höhlung oder Kammer faßt wenigstens eine Unze Blut. In einer Stunde zieht sich das Herz viertausendmal zusammen: hieraus folgt, daß in jeder Stunde viertausend Unzen oder dreihundertfünfzig Pfund Blut durch das Herz gehen. Die ganze Blutmasse beträgt ungefähr fünfundzwanzig Pfund; demnach geht in jeder Stunde vierzehnmal, also in ungefähr vier Minuten einmal eine Quantität Blut durch unser Herz, die der ganzen Blutmasse gleichkommt.“

Wie bedeutend steigern sich alle diese Verhältnisse, wenn

wir an größere Thiere denken! Die Aorta eines Wallfisches ist im Licht weiter als die Hauptröhre der Wasserwerke bei der Londonbrücke, und das Wasser, das durch diese Röhre fließt, strömt lange nicht so rasch und gewaltsam, als das Blut aus dem Herzen des Wallfisches. Hören wir Hunters Bericht über die Sektion eines Wallfisches: „Die Aorta hielt einen Fuß im Durchmesser. Zehn bis fünfzehn Gallonen Blut dringen auf Einen Stoß mit unglaublicher Schnelligkeit aus dem Herzen durch eine Röhre, die einen Fuß im Durchmesser hält! Wer glaubt nicht Wunder zu vernehmen, wenn er das hört!“

Die bisherige Beschreibung vom Einströmen des Bluts in die Arterien in Folge der Zusammenziehung des Herzens, vom Rückströmen des Venenbluts in das Herz im Moment seiner Erschlaffung, und vom ganzen dadurch bewirkten Blutumlauf, ist richtig, aber unvollständig. Das Herz vollzieht in der That alle diese Verrichtungen, aber nur in Verbindung mit einer andern, eben so merkwürdigen und wichtigen Funktion. Das Blut mußte nämlich in seiner ganzen Masse nach und nach dem Einfluß der äußern Luft ausgesetzt werden. So viel ich weiß, ist der chemische Grund, auf welchem diese Nothwendigkeit beruht, noch nicht gehörig erforscht. So viel scheint jedoch gewiß, daß die Atmosphäre, welche wir einathmen, aus zwei Luftarten besteht, deren eine rein und dem Lebensprozeß förderlich, die andere den Lebenszwekken hinderlich ist. * Haben sich durch den Prozeß des Einathmens die Lungen mit Luft gefüllt, so zieht das in den Lungen befindliche Blut aus der mit ihm in Berührung kommenden Luft eine gewisse Masse seiner reinen Bestandtheile an, und gibt zu gleicher Zeit die verbrauchte, verdorbene Luft, die es selbst enthielt, von sich. Diese verdorbene Luft wird sofort durch den Prozeß des Ausathmens weggeführt. Vergleichen wir die Luft, die von den Lungen aufgenommen wird, mit der von ihnen ausgestoßenen, so zeigt sich, daß

* Hundert Theile atmosphärische Luft enthalten 21 Theile Oxygen, 79 Theile Stickstoff und einen Bruchtheil kohlensaures Gas.

sie gewisse Procente ihrer reinen Bestandtheile verloren hat, und beim Ausathmen mit desto mehr unreinen Theilen geschwängert erscheint. Ob durch diese Versuche die Frage: warum das Blut fortwährend mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommen müsse, genügend gelöst sey, darauf haben wir uns hier nicht einzulassen; unsere Betrachtung hat auch nichts damit zu schaffen, uns genügt es, zu wissen, daß für die meisten Thiere ein solches Bedürfniß vorhanden, und daß auf die eine oder andere Weise die Befriedigung dieses Bedürfnisses für dieselben eine Lebensbedingung ist. *

Die Lungen der Thiere sind für diesen Zweck besonders eingerichtet. Sie bestehen aus Blutgefäßen und aus Luftgefäßen, die dicht neben einander liegen. Wo sich immer ein Zweig der Luftröhre findet, begleitet ihn ein Venen- und ein Arterienzweig, und das Luftgefäß liegt immer zwischen den zwei Blutgefäßen in der Mitte. Die innere Fläche dieser Gefäße, wo eben die Einwirkung der Luft auf das Blut vor sich geht, würde, in eine Ebene ausgebreitet, bei einem erwachsenen Menschen fünfzehn Geviertschuhe betragen. In dieses Organ gelangt nun das Blut auf folgendem Wege: So wie das Blut aus den Körpervenen in das Herz einströmt, und bevor es vermittelst der Arterien wieder in den

---

* Die einfachste und wohl begründetste Ansicht über diesen Punkt ist folgende. Das dunkelrothe Venenblut, das nach Vollendung seines Kreislaufs durch den Körper wieder in das Herz zurückkehrt, ist mit Kohlenstoff geschwängert. Nachdem es in die rechte Seite des Herzens zurückgeführt und von da in die Lungen gelangt ist, wird es durch die außerordentlich zarten Verzweigungen der Lungenarterie in die unzähligen Zellen der Lunge geleitet. Diese Zellen stehen mit den letzten Verzweigungen der Luftröhre in Verbindung. Die äußere Luft strömt in die Zellen ein, und das in den Lungen befindliche Blut wird der Einwirkung derselben ausgesetzt; denn weder die zarten Häute der Blutgefäße, noch die feinen Membranen der mit Luft gefüllten Zellen können die Einwirkung der Atmosphäre auf das Blut hindern. Der im Blute befindliche Kohlenstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff in der Atmosphäre und bildet kohlensaures Gas, das sofort mit der überflüssigen Luft und mit Wasserdampf ausgestoßen wird.

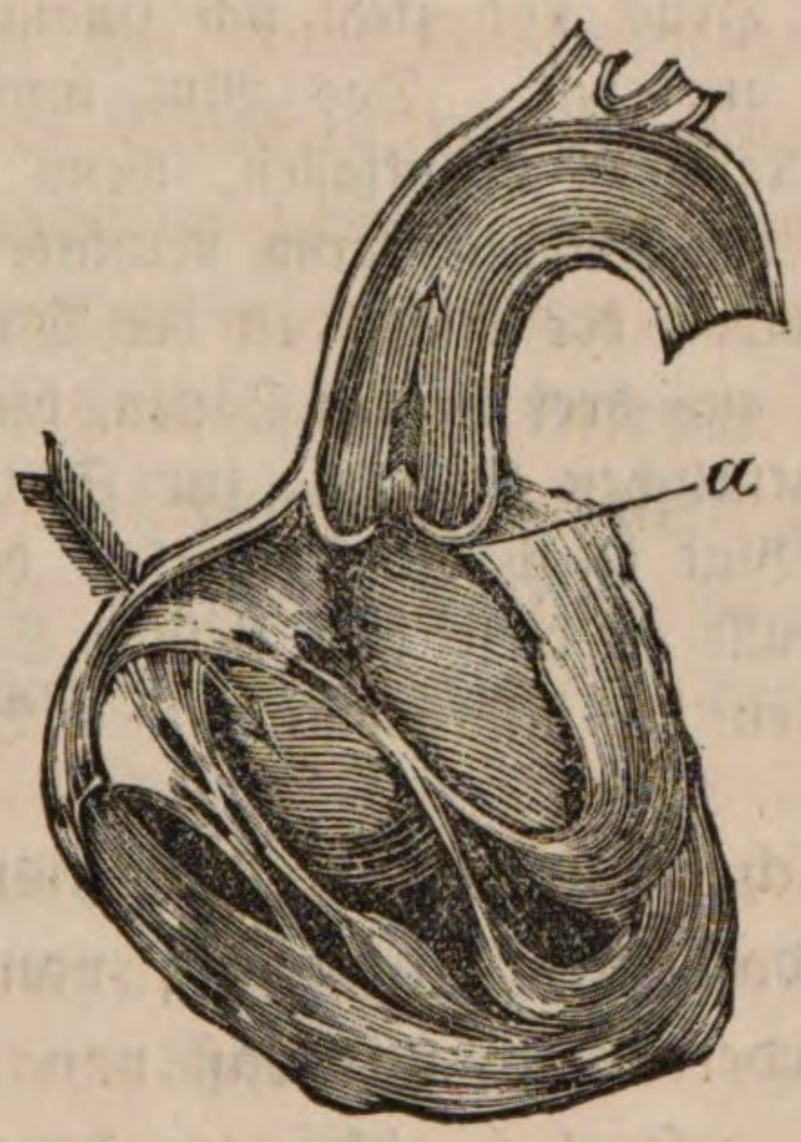
Körper gelangt, wird es durch die Zusammenziehung des Herzens in eine eigene Arterie getrieben, die in die Lungen führt; es füllt nun die so eben beschriebenen Gefäße der Lungen, erleidet hier die Einwirkung der atmosphärischen Luft, und wird durch eine große Vene in das Herz zurückgeleitet, um erst von hier aus, gehörig erneut und zubereitet, wiederum in den Körper versendet zu werden. Hiemit hat das Herz eine gedoppelte Aufgabe. Die Cirkulation des Bluts durch die Lungen ist ein System innerhalb eines Systems; die Eine Thätigkeit des Herzens aber ist das bewegende Prinzip für Beide.

Für diese zusammengesetzte Funktion brauchte es im Herzen vier Höhlen, und so viele finden wir denn auch wirklich. Zwei derselben nennt man Kammern: sie stoßen das Blut aus, die eine in die Lungen, die andere, nachdem das Blut aus den Lungen zurückgekehrt, in die Masse des Körpers; die zwei andern heißen Vorkammern oder Venensäcke; sie nehmen das Blut aus den Venen auf: die eine das unmittelbar aus dem Körper zurückkommende, die andere dasjenige, das den kleinen Kreislauf durch die Lungen gemacht hat. Die Einrichtung des Herzens steht somit in genauer Beziehung zu den Lungen; denn ohne diese wäre Eine Kammer und Eine Vorkammer hinreichend gewesen. Im Herzen selbst cirkulirt das Blut so: die das Blut aufnehmenden Venensäcke communiciren mit den es ausstoßenden Kammern, und entladen vermittelst ihrer Zusammenziehung das aufgenommene Blut in dieselben. Ist die Reihe des Zusammenziehens an den Kammern, so treiben sie ihrerseits das eben erhaltene Blut in die Mündungen der Arterien.

Diese Beschreibung ist nun freilich nicht im Stande, einem Leser, der in der Anatomie ganz unwissend ist, auch nur einigermaßen eine richtige Vorstellung von der Form, Bestimmung und Thätigkeit der einzelnen Theile beizubringen; eine kurze und populäre Darstellung vermag dies auch nie; allein sie ist vollkommen zureichend, wenn es sich bloß davon handelt, uns das Vorhandenseyn von Kunst und Plan

zu beweisen. Bei aller Mangelhaftigkeit ist sie wenigstens, so weit sie reicht, wahr und zuverlässig, und wird darum auch den Zweck erfüllen, um dessen willen wir sie einzig gaben.

„Die Weisheit des Schöpfers," sagt Hamburger, „offenbart sich nirgends glorreicher, als im Herzen. Wie trefflich verrichtet es seinen Dienst! Ein Anatom, der den Bau des Herzens aufgefaßt, könnte immerhin vorhersagen, daß es schlagen werde; er meinte aber wohl, bei der Verwicklung des Mechanismus und der Zartheit mancher Theile, möchte es leicht Störungen erleiden oder sich bald abnützen. Aber siehe, diese wundervolle Maschine geht achtzig Jahre, ununterbrochen, Tag und Nacht, schlägt hunderttausendmal in vierundzwanzig Stunden, hat bei jedem Schlage einen bedeutenden Widerstand zu überwinden, und setzt diese ganze Zeit hindurch ihre Thätigkeit ohne Störung und ohne Ermüdung fort!"



Wir geben hier eine Abbildung, um das Verständniß der folgenden Blätter zu erleichtern. Sie stellt einen Durchschnitt der Herzkammer und der Arterie vor. Das in der Richtung der Pfeile strömende Blut geht zwischen zwei Klappen von sehr eigenthümlicher Construktion durch. Die eine Klappe zwischen dem Venensack und der Kammer besteht aus dreieckigen Membranen, welche durch kleine Sehnen, die sogenannten cordæ tendineæ, ausgespannt werden. Diese Sehnen sind hinwiederum an Muskeln befestigt, die von ihrer äußern

Form den Namen columnæ carneæ erhielten, und deren Fasern mit der fasrigen Substanz des Herzens selbst verwachsen sind. Wird die Kammer vom Blut geschwellt, so werden die Klappen durch ihre Sehnen so aufgezogen, daß sie die Oeffnung beinahe ganz schließen; zieht sich endlich die Kammer zusammen, so schließen sie sich vollends gänzlich und verhindern wie ein Schleusenthor jede Rückströmung des Bluts gegen die Vene. Ohne cordæ tendineæ oder ohne columnæ carneæ würden diese Klappen vom Blutstrom in den Venensack zurückgedrängt und könnten ihren Dienst nicht thun. Das Bewundernswürdigste an der Einrichtung ist, daß die columnæ carneæ den gleichen Impuls zur Zusammenziehung wie die Wände des Herzens selbst erhalten, und in einem und demselben Augenblick mit ihm wirken, je mehr sich die Wände des Herzens einander nähern, desto stärker ziehen sie sich zusammen und halten die Ränder der Klappen, gleich den Stangen eines vom Winde geschwellten Segels. Da das Blut auf diese Weise am Rückströmen in den Venensack gehindert ist, wird es, immer in der Richtung des Pfeils, in die große Arterie hineingetrieben. Diese wird nothwendiger Weise ausgedehnt, wenn das Herz sich zusammenzieht; da sie nun aber selbst sowohl Muskelkraft als Elasticität besitzt, so reagirt sie gegen diesen Druck und zieht sich zusammen, während die Herzkammer sich wieder ausdehnt. Das Blut müßte somit aus der großen Arterie in die Kammer zurückfallen, wenn es nicht auch hier durch den Mechanismus von Klappen daran verhindert würde. a stellt die halbmondförmige Klappe der Aorta an der Wurzel dieser großen Arterie vor; sie besteht aus drei kleinen Säcken, die durch den Strom des Bluts in seiner natürlichen Richtung zur Seite gedrückt werden; macht nun aber das Blut durch die Thätigkeit der Aorta eine Bewegung rückwärts, so füllt es diese drei kleinen Säcke, sie stoßen zusammen, und verhindern die Rückströmung des Bluts in das Herz.

Nach unserer Beschreibung vom Mechanismus des Herzens ist es einleuchtend, daß die Mitwirkung von Klappen ein unumgängliches Erforderniß ist, und daß von derselben der Erfolg seiner Thätigkeit wesentlich abhängt; denn wenn sich eine der Höhlungen zusammenzieht, so strebt der Druck naturgemäß, das darin enthaltene Blut nicht nur in die Mündung der Arterie, durch die es laufen soll, sondern auch rückwärts in die Mündung der Vene zu treiben, aus der es eben herkam. Ebenso würde, wenn sich die Kammer nach eingetretener Erschlaffung der Muskelfasern wieder erweitert, das Blut nicht bloß ordnungsgemäß von der Vene her in sie

einströmen, sondern auch aus der Arterie zurückströmen, durch die es doch gerade weiter befördert werden sollte. Das Mittel, um in beiden Fällen eine ordnungswidrige Rückströmung des Bluts zu verhindern, besteht nun in der Anlage von Klappen, die gleich den Thoren einer Schleuse dem Strom in Einer Richtung den Weg offen lassen, in der entgegengesetzten Richtung ihm denselben verschließen. Das Herz in seiner bestehenden Einrichtung kann ohne Klappen so wenig spielen, als eine Pumpe. Ohne die unten angebrachte Klappe würde der hinabgelassene Pumpenstock das Wasser immer wieder abwärts stoßen, das er aufgezogen hat. Ebenso ginge es bei den Zusammenziehungen des Herzens; Klappen, mit Rücksicht auf den beabsichtigten Blutumlauf angelegt, sind unumgänglich nothwendig. Und Klappen sind denn nun auch wirklich und am gehörigen Orte angebracht. Wir finden eine solche da, wo jedesmal der Venensack in seine Kammer einmündet, damit bei einer Zusammenziehung der Kammer nicht ein Theil des Bluts in den Venensack zurückströme, anstatt seiner Bestimmung gemäß mit seiner ganzen Masse in die Mündung der Arterie einzutreten. Ferner ist eine Klappe je an der Mündung der großen Arterien angebracht, die das Blut vom Herzen aufnehmen; sie lassen den Durchgang offen, so lange das Blut vorwärts strömt, sie schließen denselben, sobald es in Folge der Erschlaffung der Kammer zurückzuströmen versuchte. Diese Klappen sind in ihrem Bau nicht ganz gleich, obwohl sämmtliche Klappen im Körper so ziemlich nach einem und demselben Grundsatze thätig und auch zu gleichen Diensten bestimmt sind. Im Allgemeinen bestehen sie aus einer dünnen Membran, die hart an der Wand des Gefäßes anliegt, und somit den Durchgang frei läßt, so lange die Strömung von Einer Seite kommt, allein von der Wand abgezogen wird, sobald die Flüssigkeit eine Bewegung rückwärts macht, und somit dem Blut diesen Weg rückwärts sperrt. Wo an einer Stelle mehr als Eine Membran angebracht ist, da machen alle zusammen nur eine einzige Klappe aus; oder vielmehr ihre vereinte Thätigkeit leistet die Dienste

Einer Klappe. Folgendes Beispiel mag dies erläutern. Ueber der Einmündung des rechten Venensacks in die Herzkammer sind drei solcher Membranen von dreieckiger Gestalt angebracht, wobei die Basis der Dreiecke mit dem Fleisch verwachsen ist; die Spitzen und Seiten sind frei, jedoch durch sehnigte Fäden von bestimmter Länge an gewisse fleischigte Wülste des Herzens befestigt. Die Folge dieser Einrichtung ist, daß, wenn sich die Herzkammer zusammenzieht, und das allerwärts einen Ausgang suchende Blut auch gegen diese Seite hingetrieben wird, dasselbe sich zwischen die genannten Membranen und die Wände des Kanals eindrängt, und sie damit so zusammenschiebt, daß sie in ihrer Vereinigung einen hohlen Kegel bilden, (die genannten Sehnen lassen sie nicht weiter rückwärts) welcher Kegel den Durchgang vollkommen ausfüllt und damit das Rückströmen des Bluts in den Venensack verhindert. Die Sache läßt sich auch noch kürzer darstellen: so lange das Blut seinen natürlichen Lauf hält, liegen die Membranen, welche die Klappe ausmachen, hart angedrückt an den Wänden des Gefäßes, und verursachen kein Hinderniß in der Cirkulation; macht aber das Blut Miene, rückwärts zu gehen, so lösen sie sich von den Wänden des Gefäßes ab, stoßen in der Mitte des Kanals zusammen und schließen den Durchgang. Vermag hier Jemand an Kunst und Plan zu zweifeln? oder ist es möglich, die Augen gegen solche Beweise zu verschließen? *

---

* Wir können nicht umhin, obige Bemerkungen mit einigen näheren Nachweisungen zu begleiten. Ein vom Winde geschwelltes Segel würde zerreißen, wenn der Saum nicht den gehörigen Grad von Festigkeit hätte; daher wird immer das Tuch am Rande über ein starkes Seil genäht, der Segelsaum genannt. Die Ränder der halbmondförmigen Klappen sind nun so sorgfältig gesäumt, wie irgend ein Segel, das aus den Schiffswerften kommt. Es läuft nämlich längs dem Rande ein sehnigtes Band hin und verstärkt denselben, damit er dem Andrang des von der Arterie rückwärts strömenden Bluts gewachsen sey. Wären die cordæ tendineæ, die füglich mit Segelstangen verglichen werden können, an die Spitzen der dreieckigen

So merkwürdig der Bau dieser Klappe ist, so wichtig sind ihre Verrichtungen. Von dem Spiele der Klappe, ja von der angemessenen Länge der Sehnen, welche die Membran nur bis zu einem gewissen Punkte aufsteigen lassen, hängt geradezu das Leben des Thieres ab.

Klappen ohne weitere Vorkehrung befestigt, so würden sie bei dem ersten Pulsschlage zerreißen. Aber ganz wie die Segelstangen an die Segelsäume festgemacht sind, so laufen auch die cordæ tendineæ in feste sehnigte Stricke aus, welche die Klappen verstärken.

Der Verfasser bemerkt richtig, daß die Klappe an die Wand der Arterie hingedrängt wird, so lange das Blut seinen regelmäßigen Lauf hält. Wäre dem aber ganz buchstäblich so, so könnte das rückströmende Blut nicht leicht die Ecke der Klappe fassen, um sie zu zu lüften. Dieser Schwierigkeit ist durch zweierlei, höchst sinnreiche Vorrichtungen begegnet. Die cordæ tendineæ hindern die Säume der dreieckigen Klappe in der Kammer, sich ganz fest an die Seitenwände der Höhlung anzulegen; bei den halbmondförmigen Klappen an der Wurzel der großen Arterie ist auf andere Art derselbe Zweck erreicht. Der Durchschnitt der Arterie an ihrer Wurzel bildet keinen regelmäßigen Kreis, sondern ist in drei kleine Beutel ausgebaucht, und da nun jede Klappe eine solche kleine Bucht hinter sich hat, so reicht ihr Saum nie ganz an die Wand der Arterie. Die Folge hiervon ist, daß im nämlichen Augenblicke, wo der Blutstrahl eine retrograde Richtung nimmt, die Säume der Klappe von ihm gefaßt und so zusammengeschoben werden, daß sie den Durchgang schließen. Ich wüßte keine mechanische Vorrichtung, die sinnreicher wäre.

Da unser Verfasser auf den Mechanismus des Herzens, als auf den eigentlichen Nerv seines Beweises, einen so großen Werth legt, so wollen wir noch eines weitern Umstandes erwähnen, um die Vollkommenheit dieses Kunstwerks ins Licht zu setzen. Wir sagten, die Klappen der großen Arterie bestehen aus drei halbzirkelförmigen Membranen. Diese drei Halbzirkel müßten bei ihrem Zusammentreffen immer in der Mitte einen dreieckigen Raum frei lassen, wodurch am Vereinigungspunkt eine Lücke entstünde. Um diesem Mangel abzuhelfen, befindet sich am Mittelpunkte des Saums einer jeden Klappe ein kleiner zungenförmiger Fortsatz; treffen diese drei Körper zusammen, so füllen sie den dreieckigen Raum in der Mitte der drei Halbzirkel vollkommen aus. Es ist gerade, als ob ein scharfsinniger Mechaniker das trefflichste Auskunftmittel ersonnen hätte, um einem Uebelstande abzuhelfen.

Auch hier ist völlig anwendbar, was wir früher im Kapitel von den Muskeln und Bändern des Körpers bemerkten: diese Membranen können eben so wenig als jene Bänder durch irgend welche Thätigkeit der Theile gebildet worden seyn. Es mag Fälle geben, wo die Bildung und Gestaltung eines Körpertheils als ein Produkt seiner eigenen Thätigkeit, oder der Thätigkeit der benachbarten Theile erscheinen kann; so mag z. B. die Biegung und die Glätte der Rippen an ihrer innern Wölbung dem sanften gleichmäßigen Druck der Eingeweide, es mag die eigenthümliche Gestalt mancher Knochen und Gelenke dem Zuge oder der Lage mit ihnen verbundener Muskeln zugeschrieben werden. Aber Klappen konnten nicht auf diese Weise entstehen. Ihnen strebt ja gerade der Druck entgegen. Das Blut in seiner Strömung vorwärts kann keine Tendenz zu Hervorbringung solcher Organe haben; in seiner Rückwärtsströmung aber zeigt es gerade die Tendenz, ihre Bildung zu hemmen. Zu unserer Einsicht von dem Nutzen und der Nothwendigkeit dieses Mechanismus muß sich also alsbald die Ueberzeuguug gesellen, daß sein Ursprung und seine Bildung keiner andern Ursache als dem Gedanken und dem Willen eines Schöpfers zuzuschreiben sey. — Eben so wird es unsere gerechte Bewunderung erregen, wenn wir bedenken, daß so dünne Membranen, so schwache und zarte Werkzeuge wie diese Klappen, im Stande sind, siebenzig und auch wohl achtzig Jahre auszudauern.

Daß die gesammte Thätigkeit des Herzens, gleich den übrigen innern Lebensfunktionen, eine unwillkührliche ist, muß uns mit Gefühlen des Danks erfüllen. Was könnten wir daneben thun, wenn wir unser Herz im Schlagen, unsern Magen im Verdauen zu erhalten hätten? Hingen dergleichen Funktionen, ich will nicht sagen von unserer Kraftäußerung, sondern nur von unserm Geheiß, unserer Sorge und Aufmerksamkeit ab, sie würden uns wahrlich zu nichts Anderem Muße lassen; wir würden durch sie beständig in Spannung und Furcht erhalten, und dürften nie daran denken, uns ruhig schlafen zu legen.

Man denkt wohl, ein so kostbares Organ von so umfassender, tief eingreifender Bedeutung, wie das Herz, werde durch ein eigenes Gehäuse geschützt seyn, und dafür ist wirklich gesorgt, und zwar durch einen häutigen, aus festem, zähen Stoff gewobenen Sack oder Beutel. Dieser Beutel umgibt das Herz von allen Seiten, aber leicht und lose, er schützt es, ohne seine Bewegung zu beschränken, und enthält überdies einen oder zwei Löffel voll Wasser, die gerade hinreichen, um die Aussenseite des Herzens feucht und schlüpfrig zu erhalten. Wem kann es je in den Sinn kommen, daß eine lose Bedeckung durch die Thätigkeit des Herzens selbst hervorgebracht worden seyn könnte? Beweist nicht vielmehr die Umhüllung desselben mit einem Sacke, der gar keinen andern Zweck hat als seinen Schutz, geradezu die Thätigkeit und Sorgfalt einer Intelligenz?

Unter die Zwecke, die durch den Blutumlauf erreicht werden sollen, gehört vorzugsweise die Vertheilung von Nahrungsstoff an die verschiedenen Theile des Körpers. Wie fein und zahllos die Verzweigungen der Blutgefäße für diesen Zweck sind, wie ganz sie wenigstens die Oberfläche des Körpers durchdringen, das beweist die einfache Erfahrung, daß wir nirgends mit der Spitze einer Nadel in das Fleisch stechen können, ohne daß Blut nachläuft, d. h. ohne daß wir auf ein Blutgefäß treffen. In gleichem Maaße durchdringen sie überall das Innere des Körpers: Blutgefäße ziehen sich längs der Oberfläche der Membranen hin, durchsetzen die Substanz der Muskeln, dringen bis in die Knochen. Sogar in jeden Zahn zieht durch ein kleines Loch in der Zahnwurzel eine Arterie, um diesen Knochen zu ernähren, während eine Vene das übrige Blut von demselben zurückführt. Diese zwei Adern, in Gemeinschaft mit einem Nerven, der sich an sie anschließt, bilden einen Faden, der kaum etwas dicker ist als ein Roßhaar.

Hat demnach die durch den Mund eingenommene Nahrung einmal das Blut erreicht und sich mit demselben vermischt, so kann jedem Körpertheil davon zugeführt werden.

Dies leitet uns zu einem andern wichtigen Thema, zur Frage über die Art und Weise, wie die Nahrungsmittel in Blut verwandelt werden. Da dies ein von dem vorigen ganz verschiedener Prozeß ist, so werden wir eben damit zur Betrachtung eines ganz neuen Gefäßsystems geführt.

3. Für diesen nothwendigen Theil des thierischen Haushalts besteht ein Apparat, der, nach dem Ausdruck der Anatomen, in seinen meisten Theilen demonstrirbar ist, d. h. auch im todten Körper nachgewiesen werden kann.

Erstlich: die Nahrung gelangt durch einen weiten Kanal in die Eingeweide und erleidet auf diesem Wege zwei wichtige Veränderungen: die eine geht in dem Munde vermittelst des Kauens und Befeuchtens vor sich, die andere vermittelst der Verdauung im Magen selbst. Was die erste Veränderung betrifft, der die Nahrungsmittel schon im Munde unterworfen werden, so muß uns gleich auffallen, daß die Zähne nicht umsonst an den Weg hingesetzt sind, der zum Magen führt, sondern daß dies absichtlich geschah; über den zweiten bewundernswürdigen Prozeß sage ich nichts; er gehört in das Gebiet der Chemie, und ich handle hier bloß vom Mechanischen. Die Form und Lage des Magens (ich spreche hier immer nur vom menschlichen Magen) ist darauf berechnet, die Speisen so lange, als erforderlich ist, der Einwirkung des Magensaftes auszusetzen. Er hat die Form einer Sackpfeife, dehnt sich quer von einer Seite des Körpers zur andern und ist mit zwei Oeffnungen versehen, dem pylorus oder Pförtner, und der cardia, oder dem obern Magenmund. Die erste dieser Oeffnungen, durch welche die Speisen den Magen wieder verlassen, liegt etwas höher als die, durch welche sie eintreten, so daß es also der Zusammenziehung der muskulösen Magenwände bedarf, um den Inhalt des Magens, nachdem er die Einwirkung des zersetzenden Magensaftes erfahren, nach und nach wieder hinauszutreiben. Von dieser Thätigkeit der Magenwände überzeugte man sich augenscheinlich durch Oeffnung von Hunden und Katzen; es ist eine langsame, wellenförmige Bewegung, die sich von einer Oeffnung des Magens bis zur andern hinzieht. Aus dem nämlichen

Grunde, aus welchem ich mich enthielt, hier etwas über die zersetzende Flüssigkeit selbst zu sagen, berühre ich auch hinsichtlich der Galle und des Safts der Bauchspeicheldrüse nur die mechanischen Verhältnisse. Aus den Drüsen nämlich, in welchen diese Secretionen vor sich gehen, laufen Röhren in den ersten, zunächst an den Magen gränzenden Darm, durch welche sich die Produkte der Drüsen in die Eingeweide ergießen, und sich hier mit den Speisen, so wie sie den Magen verlassen haben, mischen.

Zweitens: Diese Speisen sind nunmehr in einen Brei umgewandelt, und obgleich vor Kurzem noch aus vielleicht zehnerlei verschiedenen Gerichten bestehend, zu einer beinahe gleichförmigen Masse verarbeitet, die bereits ihren vorzüglichsten Bestandtheil, den Chylus oder Milchsaft, der unter allen bekannten Flüssigkeiten mit der Milch die meiste Aehnlichkeit hat, an den Körper abzugeben vermag. Zur Auffaugung dieser Flüssigkeit aus den verdauten Nahrungsstoffen während ihres Durchgangs durch den Körper, münden sich Myriaden von Gefäßen, das heißt haarfeine Röhren, in alle Abtheilungen der Eingewcide. Diese Röhren, die so fein sind, daß sie bloß dann, wenn sie von Milchsaft strotzen, sichtbar werden, vereinigen sich bald zu stärkern Zweigen; diese verlaufen in Drüsen, von welchen abermals Gefäße von noch stärkerem Durchmesser ausgehen, die den Chylus von allen Seiten her in Einen gemeinschaftlichen Behälter leiten. Dies ist ein Beutel, groß genug, um etwa zwei Eßlöffel voll zu fassen; von ihm aus steigt ein Hauptcanal am hintern Theile der Brust hinauf, an den Hals hin; hier mündet er in den Blutstrom ein: er entladet sich nämlich in eine große Vene, die den Chylus zugleich mit dem Blute dem Herzen zuführt. Dieser ganze Verlauf ist für das Auge nachweisbar, und es braucht nicht das geringste durch die Einbildungskraft oder durch Schlüsse ergänzt zu werden. Wir haben an diesem System, außer seiner Zweckmäßigkeit im Allgemeinen, zwei oder drei Punkte besonders hervorzuheben, die uns nicht nur mit dem Mechanismus, sondern auch mit seiner hohen

Vollendung bekannt machen. Zuerst bemerken wir die Länge der Eingeweide, die beim Menschen das Sechsfache der Körperlänge beträgt. Handelte es sich von einem bloßen Durchgange, so erschiene ein so großer Apparat von Eingeweiden durchaus nicht nothwendig; aber die allmählige Auffaugung des Chylus aus den verdauten Speisen erfordert eine gewisse Zeit und einen gewissen Raum; namentlich mußte der Chylus, der den Milchgefäßen an der einen Stelle entgeht, von andern anderswo aufgenommen werden; die Länge des Kanals erscheint somit ganz zweckmäßig. — Fürs zweite haben wir die sogenannte peristaltische Bewegung der Gedärme zu bemerken. Dieselbe besteht in Zusammenziehungen, die auf einander folgen wie die Wellen eines Gewässers, oder mit den Bewegungen eines auf der Erde hinkriechenden Wurmes zu vergleichen sind, und durch die vereinte Thätigkeit theils spiralförmiger, theils der Länge nach verlaufender Muskelfasern hervorgebracht werden. Diese merkwürdige Bewegung treibt den gröbern Theil der Nahrungsmittel vorwärts, während zu gleicher Zeit die feinern Theile, die wir eben Chylus nennen, durch rasch einander folgende sanfte Stöße in die engen Mündungen der Lymphgefäße hineingedrückt werden. Drittens mußten diese Gefäße oder wenigstens ihre Mündungen so eng als möglich seyn, um alle gröbern Theile auszuschließen, die nachher die kleinen Arterien verstopfen, und dadurch den Blutumlauf stören könnten. Bei der außerordentlichen Zartheit dieser Gefäße mußte natürlich ihre Menge um so größer seyn; denn nach angestellten Berechnungen haben bei einem erwachsenen Menschen etwa zwei bis drei Quart Chylus täglich durch sie zu gehen. Wir dürfen uns daher nicht verwundern, daß wirklich die Zahl der Lymphgefäße alle Berechnung übersteigt, daß ihre Röhren wegen ihrer außerordentlichen Feinheit nur dann, wenn sie mit Milchsaft gefüllt sind, dem unbewaffneten Auge sichtbar werden, und daß endlich ihre Mündungen am Darm auch mit dem besten Mikroskop nicht entdeckt werden können. Da viertens der Hauptkanal, der den Milchsaft von seinem

Behälter in das Blut führt, die Milchsaftröhre (oder der Milchbrustgang) beinahe gerade aufwärts steigt, und dabei jenes Druckwerks entbehrt, welches das Blut in den Arterien bewegt, so wurde sie mit einer Reihenfolge von Klappen versehen, um die aufsteigende Flüssigkeit, welche die Klappen einmal passirt hat, am Zurücksinken zu verhindern. Diese Klappen sehen aufwärts, um das Aufsteigen frei zu lassen, die Rückkehr aber, zu welcher sich der Milchsaft vermöge seiner eigenen Schwere hinneigt, sobald nicht fortwährend neuer Stoff nachrückt, gänzlich abzuschneiden. Fünftens tritt der Milchsaft an einer sonderbaren Stelle ins Blut ein, die aber wohl die allerzweckmäßigste ist, nämlich in eine große Halsvene, welche, nahe am Herz gelegen, den Milchsaft mit dem Blute unmittelbar ins Herz führt. Dies ist ein Umstand von großer Wichtigkeit; denn wäre der Milchsaft durch eine Arterie oder eine entfernte Vene ins Blut getreten, so hätte die aus alten und neuen Stoffen zusammengesetzte Flüssigkeit einen beträchtlichen Theil des Blutumlaufs durchmachen müssen, ehe sie in den Lungen jene Zubereitung erhalten hätte, die wahrscheinlich zur innigen, vollkommenen Vereinigung des ältern Blutes mit dem neuen Safte nothwendig ist. Wer hätte es sich wohl träumen lassen, daß zwischen der Höhlung der Eingeweide und der linken großen Halsvene eine Verbindung statt finde? Oder wer hätte je geahnt, daß diese Verbindung das Mittel sey, durch welches dem Körper alle seine Nahrung zugeführt wird, daß eben hier die Stelle sich befinde, wo durch eine Seitenthür die wichtige Vereinigung des Bluts mit den Stoffen, die es ergänzen und nähren, vor sich geht?

Wir verschoben die Betrachtung der Verdauung um nicht dadurch unsere Beschreibung der Wanderung des Nahrungsstoffs bis ins Blut zu unterbrechen. Da wir aber nun einmal vom Ernährungssystem sprechen, so können wir einen so wichtigen Theil des Prozesses nicht unberührt lassen.

Was wir vom Magensaft sagen, welcher der Hauptfaktor bei dem im Magen vor sich gehenden Verwandlungsprozesse

der Speisen ist, entnehmen wir den zahlreichen und sorgfältigen Versuchen des Abbé Spalanzani.

1. Der Magensaft ist kein bloßes Verdünnungs-, er ist ein wirkliches Auflösungsmittel. Der vierte Theil einer Unze Rindfleisch hatte kaum den Magen einer Krähe berührt, als schon die Auflösung begann.

2. Er hat weder die Natur des Speichels, noch die der Galle, sondern ist von beiden verschieden. Bei Versuchen, die außerhalb des Körpers angestellt wurden, ergab sich, daß keiner dieser beiden Säfte auf Nahrungsstoffe in der gleichen Weise, wie der Magensaft, wirkt.

3. Die Verdauung ist keine Fäulniß, denn der verdauende Saft widersteht der Fäulniß auf das hartnäckigste; ja, er thut nicht bloß dem Prozeß der Fäulniß Einhalt, sondern macht sogar fauligte Stoffe wieder frisch.

4. Die Verdauung ist kein Gährungsprozeß, denn die Auflösung beginnt an der Oberfläche der Stoffe und schreitet gegen den Mittelpunkt derselben fort, während der Verlauf der Gährung gerade der umgekehrte ist.

5. Sie ist keine bloße Zersetzung durch Wärme, denn der kalte Magen eines Stockfisches oder Störs verdaut die Schalen von Krebsen und Hummern, die viel härter sind, als die Wände des Magens, der sie in sich schließt.

Mit einem Wort, die thierische Verdauung erweist sich als eine Kraft, als ein Prozeß von ganz eigenthümlicher Art, der nichts mit irgend einem andern uns bekannten chemischen Prozesse gemein hat. Das Wunderbarste dabei ist seine vollkommene Angemessenheit zur besondern Oekonomie eines jeden Thieres. Der Magensaft einer Eule, eines Falken oder eines Habichts läßt Körner unberührt; er vollendet nicht einmal die schon zur Hälfte vor sich gegangene Verdauung der Hülsenfrüchte, die sich in den Kröpfen der von ihm verzehrten Sperlinge vorfinden. Beim Hühnergeschlecht wird die Verdauung durch die Reibung der Magenwände in Verbindnng mit der Einwirkung des Magensaftes vermittelt. Der Magensaft

löst die Körner nicht auf, so lange sie ganz sind; Getreide, das noch in seinen Hülsen ist, wird von demselben gar nicht angegriffen. Sind aber erst die Körner auf irgend eine Weise zerrieben oder zermahlen, so wirkt der Magensaft augenblicklich auf dieselben ein. Wir sehen also hier, dem Bedürfniß des Thiers entsprechend, mechanische Vorrichtung und chemischen Prozeß im Verein. * Zum vorbereitenden Zermalmen leiht der Fleischmagen des Vogels seine Mühle; da aber jedes Mühlwerk gehörige Kraft haben muß, so ist auch der Magenmuskel stärker als jeder andere Muskel im Körper dieser Vögel. Ferner ist die innere Wand oder Auskleidung des Fleischmagens aus dem nämlichen Grund hart und knorplig. Da jedoch Knorpelsubstanz für die Beherbergung von Drüsen und zur Absonderung von Säften nicht geeignet ist, so wird bei diesem Vogelgeschlechte der Magensaft nicht durch den Magen selbst bereitet und abgegeben, sondern durch den Kropf, in welchem die erforderlichen Drüsen liegen, von welchen der Saft fortwährend in den Magen hinabträufelt.

Bei Schafen übt die Magenflüssigkeit keinen Einfluß auf die Pflanzen, wenn sie nicht vorher gekaut worden sind. Sie weicht dieselben bloß ein, wie es in gemeinem Wasser geschähe, dessen Wärmegrad die Temperatur der Atmosphäre etwas überstiege. Sind aber die Pflanzen durch das Kauen zermahlen, so lockert der Magensaft die Substanz derselben auf, zerstört dann ihr natürliches Gewebe, und zersetzt sie am Ende so vollkommen, daß auch von den zähesten und sprödesten Theilen, z. B. den Rippen der Blätter, keine wahrnehmbare Spur mehr übrig bleibt.

So weit unser scharfsinniger und unermüdlicher Abbé. Dr. Stevens in Edinburgh erwies im Jahre 1777 durch

---

* Es ist dies zugleich einer der mannichfachen Wege, auf welchen Samenkörner in weite Fernen geführt werden. Auch haben wir, nach den Beobachtungen von Sir Joseph Banks, Ursache anzunehmen, daß der Aufenthalt im Magen eines Vogels für manche Samenkörner eine gute Vorbereitung für das schnelle Keimen derselben ist.

Versuche, die er vermittelst hohler, durchlöcherter Kugeln anstellte, daß der Magensaft der Schafe und Rinder alle Vegetabilien schnell zersetzt, allein auf Rind-, Hammel- und sonstiges Fleisch gar nicht einwirkt. Hunter machte die weitere höchst merkwürdige Entdeckung, daß der Magensaft fleischfressender Thiere, so unwiderstehlich er im Allgemeinen auf thierische Substanzen wirkt, dennoch bloß den leblosen Stoff ergreift. Die lebende Faser leidet durch die Berührung mit dem Magen nichts; daher findet man oft Würmer und Insekten lebend im Magen solcher Thiere. Die Wände des menschlichen Magens sind, so lange der Mensch lebt und gesund ist, ganz unempfindlich für den Magensaft; oft aber beobachtete man schon, daß nach plötzlichem Tode, wo also der Magensaft nicht vorher durch Krankheit geschwächt worden war, sondern seine volle Kraft behalten hatte, von demselben Löcher in das Eingeweide gefressen waren.

4. Die Gallenblase ist ein sehr merkwürdiges mechanisches Kunstwerk. Sie ist das Reservoir eines Kanals, denn sie bildet nicht die eigentliche direkte Verbindung zwischen der Leber und den Eingeweiden, welche durch den sogenannten Lebergang vermittelt wird, sondern sie liegt neben diesem Kanale, und vereinigt sich mit demselben durch einen eigenen Gang, den man den Gallenblasengang nennt. Durch diese Einrichtung vermag sie erforderlichen Falls die Masse der sich in den Zwölffingerdarm ergießenden Galle zu vermehren, indem sie ihren eigenen Inhalt ebenfalls in denselben abgibt. Und darauf ist nun auch die Lage der Gallenblase vollkommen berechnet. Sie berührt nämlich in ihrer natürlichen Lage die äußere Fläche des Magens, und wird somit gedrückt, sobald dieser sich ausdehnt; in Folge dieses Drucks wird aus dem Behälter eine ungewöhnlich große Masse von Galle in den Zwölffingerdarm getrieben, entsprechend dem ungewöhnlichen Bedarf in Folge der Anfüllung des Magens mit Speise. Leicht möglich, daß durch diese Einrichtung auch noch andere Zwecke erfüllt werden, ja es ist dies sogar wahrscheinlich.

Denn die Flüssigkeit in der Gallenblase ist jener, die von der Leber unmittelbar in die Eingeweide fließt, nicht ganz gleich. Vielleicht erleidet die Galle in der Gallenblase eine Veränderung, und wird durch Aufbewahrung für gewisse Zwecke kräftiger gemacht. *

Der Eintritt des Gallenganges in den Zwölffingerdarm bietet eine weitere Eigenthümlichkeit. So oft sich schwächere Gefäße in stärkere, oder Kanäle in Höhlungen einmünden, die sich durch Muskelkraft zusammenziehen, finden wir Vorrichtungen getroffen, um Rückströmung (regurgitatio) zu verhindern. In vielen Fällen sind hiezu Klappen angebracht; in andern, zu denen der vorliegende gehört, ist ein anderes Auskunftsmittel ergriffen, das wir jetzt beschreiben. Der Gallengang mündet sich schief in den Zwölffingerdarm ein; nachdem er die erste Haut desselben durchbohrt hat, läuft er beinahe zwei Finger breit zwischen den Häuten dieses Eingeweides hin, ehe er völlig in seine Höhlung eintritt. Ganz dieselbe Vorrichtung findet sich in einem andern Organe, wo sie eben so passend erscheint, nämlich bei der Einmündung der Harnleiter in die Harnblase. Sie treten in die Harnblase nahe an ihrem Grunde, und laufen einen Zoll lang in schiefer Richtung zwischen den Häuten derselben hin. In beiden Fällen ist leicht ersichtlich, daß die Vorrichtung den Zweck hat, die Rückströmung zu verhindern; denn jede Kraft, welche in der Richtung wirkte, daß die Flüssigkeit in die Mündungen der Ausführungsgänge wieder zurückgedrängt würde, muß zu gleicher Zeit die Häute des Eingeweides spannen und ebendamit auch jenen Theil des Ganges zusammendrücken, der zwischen denselben hinläuft.

5. Unter den Gefäßen des menschlichen Körpers verdient der Kanal, welcher den Speichel von seinem Zubereitungsorte

---

* Es wären hier einige Bemerkungen über die Abwesenheit der Gallenblase bei gewissen Thieren am Orte. Der Leser wird in dieser Beziehung im Anhang auf die Note zur Abhandlung über den Magen des Pferdes verwiesen.

zum Orte seiner Verwendung hinführt, eine besondere Erwähnung. Der Speichel wird, wie wir alle wissen, im Munde verwendet; aber ein großer Theil desselben wird an der Außenseite der Wangen, in den zwischen dem Ohr und dem Winkel der untern Kinnlade liegenden Ohrspeicheldrüsen bereitet. Um den ausgeschiedenen Saft an seinen Bestimmungsort zu führen, zieht sich von dieser außen gelagerten Drüse ein Kanal von der Dicke eines Strohhalms und etwa anderthalb Zoll Länge über den Kaumuskel hin, bohrt sich ein Loch mitten durch die Wange, nämlich durch den Backen- oder sogenannten Trompetermuskel, dringt durch dieses Loch in die Mundhöhle ein, und ergießt hier seinen Saft in reichlichem Maaße.

6. Eine andere sinnreiche Vorrichtung bemerken wir am Kehlkopfe. Allerdings handelt es sich hiebei nicht, wie in den bisherigen Beispielen, von der Leitung von Flüssigkeiten, aber der Kehlkopf gehört doch auch zu der Klasse der Röhren oder Kanäle. Es ist uns allen bekannt, daß zwei Röhren am Hals hinabsteigen, deren eine in den Magen führt und den Kanal für die Speisen bildet, während die andere sich in die Lungen senkt, und der Kanal für den Athem und das Organ der Stimme ist; wir wissen ferner, daß diese beiden Röhren, Speise- und Luftröhre genannt, im Hintergrunde des Mundes ihren Anfang nehmen. Da beide Röhren hart an einander liegen, so war es eine Hauptaufgabe, Vorkehrungen zu treffen, daß nicht die für den Magen bestimmten Nahrungsmittel, namentlich das Getränke, in die Luftröhre gerathen. Daß eine solche Verwechslung, so oft sie eintritt, von sehr ernstlichen Folgen begleitet ist, sehen wir an den konvulsivischen Anstrengungen, die dadurch augenblicklich hervorgerufen werden. Dem ist nun auf höchst sinnreiche Weise folgendermaßen vorgebeugt. Die Speiseröhre gleicht in ihrem obern Theile, wo sie sich gegen den Mund hin öffnet, einem Trichter, oder der Hintergrund des Mundes bildet eigentlich selbst diesen Trichter. In die Seite dieses Trichters, an seinem untern Ende mündet die Luftröhre durch eine Spalte oder

Ritze ein, die mit einem einer kleinen Zunge gleichenden Deckel, der genau auf die Oeffnung paßt, versehen ist. Ueber diesen Deckel oder diese Klappe gleiten die festern wie die flüssigen Nahrungsmittel weg, und durch den Trichter in die Speiseröhre hinab. So lange gerade etwas den Schlund passirt, wird die Klappe sowohl durch die Schwere der Speisen, als durch die Wirkung der Schlingmuskeln niedergehalten. Ist die Nahrung über sie hingegleitet, so erhebt sie sich ein wenig vermöge ihrer natürlichen Federkraft, und läßt dem ein- und ausgehenden Athem freien Durchgang. Dies der Bau des Kehldeckels; und wir überzeugen uns leicht, wie vollkommen der Mechanismus seinen Zweck erreicht, d. h. wie höchst selten er seinen Dienst versagt. Man bedenke einmal, wie oft wir etwas hinabschlucken, während wir beständig athmen. Man denke z. B. wie viel bei einem Lordmayors-Mahle verschlungen, und dazu gekeucht wird! Und doch thut dieser kleine Knorpel, von den Anatomen Epiglottis genannt, seinen Dienst so trefflich und verwahrt den Eingang zur Luftröhre so sicher, daß, während Bissen auf Bissen, Schluck auf Schluck über ihn weg jagen, das Verirren einer einzigen Brosame, oder eines Tropfens in jenen Kanal, der doch des Athmens wegen jede Sekunde geöffnet werden muß, die ganze Gesellschaft nicht nur wegen der Bedenklichkeit, sondern auch wegen der Seltenheit des Falls in Aufruhr bringt. Der Unfall begegnet unter hundert Gästen nicht zweien.

Auch hier sehe ich nun nirgends den geringsten Grund zur Behauptung, daß durch die Thätigkeit der benachbarten Theile, nicht etwa im einzelnen Individuum, sondern in einer langen Reihenfolge von Geschlechtern, der Kehldeckel sich allmählig gebildet habe. Die Thätigkeit dieser benachbarten Theile verräth nicht nur keine Tendenz dazu, sondern der Mensch könnte ja ohne das Organ gar nicht leben. Die ganze Gattung konnte nicht warten, bis allmählig ein Theil sich gebildet hatte, der gleich von Anfang an für das Leben des Individuums unentbehrlich war.

Nicht allein der Kehlkopf ist ein merkwürdiger Mechanismus,

die ganze Luftröhre ist in ihrem Bau genau auf ihre Verrichtung berechnet. Sie besteht, wie jeder mit den Fingern am eigenen Halse fühlen kann, aus starken, knorpligten Ringen, die in kleinen, gleichmäßigen Abständen an einander befestigt sind. Unter allen Röhren des Körpers hat bloß die Luftröhre diese Einrichtung; der Zweck dabei ist, daß durch die knorpligten Ringe die Luft beständig freien Durchgang hat, was auf rein mechanische Weise erzielt wird. Eine Röhre aus weichen Häuten, deren Wände nach jeder Entleerung zusammenfallen, wäre hier nicht am Orte gewesen; so sind sonst aber alle Röhren gebaut, und diese Bildung ist auch Kanälen, welche durch die darin enthaltene Flüssigkeit in beständiger Ausdehnung erhalten werden, oder durch welche feste Stoffe sich Bahn machen, vollkommen angemessen.

Indessen, und dies ist eine weitere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, sind diese Ringe keine vollständigen Kreise. Der hintere Theil der Luftröhre, der an die Speiseröhre gränzt, ist häutig und weich und gibt bei jedem Drucke nach, der durch das Schlingen fester Nahrungsmittel hervorgebracht wird. Zugleich sind die Ringe an ihren obern und untern Rändern schräge abgeschnitten, damit sie gehörig aneinander schließen, wenn die Luftröhre sich verkürzt.

Die Einrichtung der Luftröhre veranlaßt uns noch zu einer weitern Betrachtung. Die Membran, aus welcher ihre innere Umkleidung besteht, ist vielleicht die empfindlichste im ganzen Körper. Sie wirft eine sie berührende Brosame oder einen Wassertropfen mit einer Heftigkeit aus, welche den ganzen Körper krampfhaft erschüttert, ist aber vollkommen ruhig, so lang sie sich selbst und ihrer Funktion, der Durchleitung der Luft, überlassen ist. Man hat dann gar keine Empfindung von ihr, und der Mensch weiß gar nicht, daß er eine Luftröhre hat. Diese außerordentlich feine Empfindlichkeit, diese Reizbarkeit gegen jede Verletzung, und dabei die vollkommene Ruhe, so lange sie sich selbst überlassen ist, sind Eigenschaften, die man nicht leicht in einem und demselben

Organe vereinigt vermuthen würde. Aber eben von dieser Vereinigung fast unverträglicher Eigenschaften nicht bloß im fraglichen, sondern in noch mehreren zarten Theilen unsers Körpers, hängt unseres Lebens Sicherheit und Behaglichkeit ab, und jene danken wir der Empfindlichkeit dieser Organe, letztere ihrer Ruhe. *

Der Kehlkopf, oder vielmehr die ganze Lufröhre (denn der Kehlkopf bildet nur den obern Theil der Luftröhre), ist zugleich ein musikalisches Instrument, d. h. sein Mechanismus ist ausdrücklich für die Modulation von Tönen berechnet. Es ergab sich durch Versuche, daß, wenn man in eine Luftröhre hineinbläst, die aus dem Körper eines Thieres ausgeschnitten worden, alle die höhern oder tiefern Töne, die im Umfang seiner Stimme lagen, so lange es lebte, nachgeahmt werden können, wenn man die sehnigten Bänder im Kehlkopf bald anspannt, bald wieder erschlaffen läßt. Man kann somit die Luftröhre stimmen, wie man eine Flöte stimmt. Die Vögel haben nach Bonnets Beobachtungen zum Behuf der Modu=

---

* Unser Verfasser berührt hier einen Gegenstand, über den sich ganze Bände schreiben ließen: das feine Gefühl, das die Bewegungen der Brust regulirt. Wir müssen aber, in Betracht des Zwecks dieser ganzen Abhandlung, diese Gelegenheit benützen, um über den genauen Verband zwischen einer Aeußerung der Lebenskraft und dem allerverwickeltsten Mechanismus wenigstens etwas zu sagen. Wir bemerkten in früheren Noten, daß wegen des großen Lebenszwecks der Befreiung des Bluts von Kohlenstoff, die atmosphärische Luft tief in die Lungen eindringen muß, und die Aufgabe hiebei war, der Lebensluft den Zugang zu öffnen und zugleich fremdartige Stoffe auszuschließen. Hierüber findet sich eine besondere Note im Anhange. Wir wollen jedoch schon hier in Bezug auf das im Text Beigebrachte auf den merkwürdigsten Umstand aufmerksam machen, darauf nämlich, daß der ganze Athmungsapparat der Herrschaft des Willens entzogen und seine Ueberwachung einer weit regeren und absoluteren Macht übertragen ist. Die Empfindlichkeit des Kehlkopfs ist gleichsam der Regulator für ein ganzes Hundert Muskeln, und indem sie dieselben zur Thätigkeit aufruft, leitet sie den Strom der ausgestoßenen Luft mit wunderbarer Sicherheit just an den Punkt, wo der fremde, reizende Stoff sitzt, sey dies nun im Halse oder in der Nasenhöhle.

lation ihrer Töne am untern Ende ihrer Luftröhre eine Vorrichtung, die dem Mundstück einer Hoboe gleicht. Ein sangreicher Vogel ist eine Art Bauchredner; der Sitz seines Gesangs ist in seiner Brust.

Wir haben gesagt, die Funktion der Lunge für das ganze Körpersystem sey ihrem Grunde nach unerforscht; aber eine Verrichtung derselben, die freilich mehr als eine äußerliche erscheint, ist augenfällig: sie ist nämlich neben dem Kehlkopf die Vermittlerin von Stimme und Sprache; sie verhält sich zum Sprachorgan, wie der Blasbalg zur Orgel.*

Um methodisch zu verfahren, haben wir am thierischen Körper drei Hauptabtheilungen betrachtet: die Knochen, die Muskeln und die Gefäße, und zwar jede in einem besondern Kapitel. Dies hieß jedoch die Stärke unseres Beweises schwächen. Die Weisheit des Schöpfers tritt nicht sowohl in ihrer partiellen, als vielmehr in ihrer Gesammtthätigkeit hervor, im gegenseitigen Ineinandergreifen und Zusammenwirken aller Bildungen und Kräfte. Man hat gesagt, ein Mensch dürfe nur seine Hand zum Kopfe führen, und habe damit Stoff genug, sich vom Daseyn Gottes zu überzeugen. Und so ist es auch: er braucht sich nur zu besinnen, was Alles dazu gehört, damit dieser gemeine, scheinbar so einfache Akt vor sich gehe; und dabei handelt es sich nur von dem, was wir begreifen, denn das Meiste entgeht uns wohl ganz. Einmal also gehört dazu ein langer, harter, fester Cylinder, als festes Substrat des Arms; dieser Cylinder aber, an sich steif und unbiegsam, kann sich nur vermittelst Gelenken biegen. Es braucht also zweitens Gelenke: eines an der Schulter, um den Arm in die Höhe zu heben, ein anderes am Ellbogen,

---

* Dieser Gegenstand läßt sich noch in weit größerem Umfang physikalisch betrachten. Man wird im Anhang Einiges der Art finden.

um ihn zu biegen; diese Gelenke bedürfen nebenbei fortwährend eines öligten Schleims, um schlüpfrig zu bleiben, und müssen durch starke Stränge beisammen und in derselben Richtung erhalten werden. Ein drittes Haupterforderniß sind Zugseile, d. h. Muskeln und Sehnen, die am gehörigen Orte angebracht seyn müssen, um die Knochen in derjenigen Richtung zu bewegen, auf welche die Bildung der Gelenke hinweist. Bis hieher scheinen wir den Mechanismus vollkommen zu verstehen, und brauchen auch nicht mehr für unsern Schluß. Allein bei all dem haben wir bis jetzt nichts weiter als eine stillstehende Maschine, einen todten Apparat. Um das System in Thätigkeit, die Maschine in Gang zu setzen, braucht es noch ein weiteres Moment: die Verbindung mit dem Gehirne durch Vermittlung der Nerven. Daß solche Verbindung besteht, wissen wir, denn wir sehen die Fäden, durch welche sie hergestellt wird, und können sie bis zum Gehirn verfolgen; daß sie nothwendig ist, wissen wir ebenfalls, denn wenn dieser Faden zerschnitten und somit die Verbindung aufgehoben wird, werden die Muskeln gelähmt; allein über diesen Punkt hinaus wissen wir gar wenig, denn von jetzt an wird der Organismus zu fein für unsere Beobachtung.

Zu all dem, was nach dieser Aufzählung zusammenwirken muß, damit ein Mensch die Hand an den Kopf führen kann, sind noch alle die Momente zu rechnen, von denen das Wachsthum und die Ernährung des Glieds, der Ersatz seines Kraftverlusts, die Erhaltung seiner Gesundheit abhängt: namentlich der Umlauf des Bluts in allen seinen Theilen, seine lymphatischen und absorbirenden Gefäße, seine Aussonderungen, seine äußere Bedeckung. All dies wirkt zum endlichen Erfolge zusammen, und es bleibt unbegreiflich, wie all dies, oder dieses und jenes davon zusammenkommt, ohne einen schaffenden, ordnenden Verstand.

Eilftes Kapitel.

Der thierische Körper als ein geschlossenes Ganzes.

Betrachten wir einen Thierkörper als ein geschlossenes Ganzes, so kann es uns nicht entgehen, welch eine Menge von Organen oder Werkzeugen in ihm vereinigt, und in welch kleinen Raum dieselben zusammengedrängt sind. Er ist ein wahres Kunstmagazin. In einem Kanarienvogel z. B. in dieser Unze thierischer Masse, sehen wir Werkzeuge zum Essen, zum Verdauen, für die Ernährung, für das Athmen, für die Fortpflanzung, für das Laufen, Fliegen, Sehen, Hören, Riechen; jede dieser Verrichtungen hat ihr besonderes Organ, das von den übrigen Organen durchaus verschieden ist.

Der menschliche oder überhaupt der thierische Körper, als Ganzes betrachtet, zeigt in seiner Zusammensetzung drei Eigenschaften, die mir längst als unzweifelhafte Beweise nicht bloß vom Vorhandenseyn eines Plans, sondern auch von Sorgfalt und Genauigkeit in Ausführung desselben erschienen sind.

I. Die erste ist die genaue Uebereinstimmung der beiden Seiten eines und desselben Thieres: die rechte Hand entspricht der linken; ebenso ist es beim Fuß, beim Auge, dem Gesicht, und diese Uebereinstimmung ist so groß, daß ihre Nachbildung einer der schwierigsten Punkte in der Bildhauerkunst ist, und von Seiten des Künstlers eine beständige und ganz besondere Aufmerksamkeit erfordert.

Nur sehr schwer bekommt man eine Perrücke, die auf beiden Seiten ganz gleich ist; wie selten ist dagegen ein Gesicht ungleich oder schief! Wie sorgfältig dies vermieden ist,

zeigt der Bau der Gesichtsknochen. Der obere Theil des Gesichts besteht aus dreizehn Knochen, von denen sechs', die sich entsprechen, paarigt sind, während der dreizehnte einzelne in der Mitte liegt. Der untere Theil des Gesichts besteht aus sechs Knochen, d. h. drei paarigten zu jeder Seite, und aus dem Unterkiefer, der in der Mitte steht. Kann man beim Bau eines Bogens besser verfahren, damit die Wölbung gleich werde, d. h. die Bauglieder zu beiden Seiten nach Figur und Lage das gleiche Verhältniß zum Mittelpunkt haben?

Erwägen wir den zusammengesetzten Bau des Auges, die mannichfachen, zarten Tinten, mit denen die Iris gefärbt ist, die verschiedenen möglichen Lagen desselben in der Augenhöhle, und die wirkliche Verschiedenheit seiner Stellung in verschiedenen Köpfen, so erregt die vollkommene Gleichheit der beiden Augen gerechte Bewunderung. Unter zehntausend Augen ließe vielleicht nicht ein einziges sich mit einem andern als seinem wirklichen Kameraden paaren.

Diese Regelmäßigkeit im Bau des thierischen Körpers wird durch die drei folgenden Bemerkungen noch auffallender werden:

1. Die Glieder, einzeln für sich betrachtet, zeigen keineswegs diese Uebereinstimmung der Theile, sondern just das Gegentheil. Ein Schnitt längs des Rückgrats theilt den menschlichen Körper in zwei äußerlich vollkommen gleiche Hälften; es läßt sich aber keine gerade Linie ziehen, welche Hand, Fuß, Bein, Schenkel, Wange, Auge, Ohr in zwei gleiche Hälften theilte. Die in der Mittellinie des menschlichen Körpers liegenden Organe z. B. die Nase, die Zunge, die Lippen, können auf solche Weise getheilt werden, oder sie sind vielmehr Doppelorgane, bei allen andern ist es unmöglich. Dies beweist, daß die eben beschriebene gegenseitige Harmonie keineswegs aus einer allgemeinen Nothwendigkeit hervorgeht; denn wäre sie nothwendig, so müßte sie durchgängig und allgemein seyn; dies ist sie aber nicht und erscheint nur im System, als einem Ganzen. Sie findet nicht statt bei den einzelnen Theilen, und das heißt am Ende:

diese seitliche Uebereinstimmung findet sich da, wo Schönheit und Nutzen dadurch erzielt wird, sie fehlt da, wo sie nur auf Kosten beider bestehen könnte. Die zwei Flügel eines Vogels gleichen sich immer aufs vollkommenste, aber die beiden Seiten einer einzelnen Feder selten. Bei den Hundertfüßen, Tausendfüßen und dem ganzen Insektengeschlechte sind keine zwei Füße derselben Seite einander gleich; aber zwei Füße, die seitlich einander entsprechen, gleichen sich aufs vollkommenste.

2. Der nächste bemerkenswerthe Umstand ist, daß, während die Höhlen des Körpers so gebildet sind, daß sich äußerlich die beiden Seiten vollkommen entsprechen, die in diesen Höhlen liegenden Organe keineswegs solche Uebereinstimmung zeigen. Eine mitten durch die Brust gezogene Linie theilt den Brustkasten in zwei ganz gleiche Hälften; aber diese beiden Seiten beherbergen ganz verschiedene Organe. In der linken Seite liegt das Herz, in der rechten ein Lungenflügel, dem der der linken Seite weder an Gestalt noch Größe entspricht. Ebenso ist es im Unterleib. Die Leber liegt auf der rechten Seite, ohne ein entsprechendes Eingeweide auf der linken. Sie hat zwar die Milz sich gegenüber; allein diese gleicht der Leber weder hinsichtlich der Gestalt noch der Masse. Der Magen hat nicht nur eine durchaus unregelmäßige Gestalt, sondern auch eine ganz schiefe Lage. An den sich verschlingenden Eingeweiden zeigt sich gleichfalls nirgends etwas paarigt. Und doch ist die Symmetrie, die auf der Gleichheit der Seiten beruht, außen am ganzen Rumpfe aufs strengste gewahrt. Dies ist in dem untern Theile desselben desto bemerkenswerther, weil die Bedeckung hier weich ist, und der Umriß also nicht durch natürliche Stützen festgehalten wird, wie beim Brustkasten durch die Rippen. Daraus geht hervor, daß das äußerliche Ebenmaaß nicht von der ebenmäßigen Bildung oder dem gleichen Druck der umschlossenen Gebilde herrühren kann. Im Gegentheil, wird nicht vielmehr durch das äußere Ebenmaaß, die innere Ungleichheit ausgeglichen, werden nicht durch gegenseitiges Abwägen regellose Formen in einen regelmäßigen Umriß gebracht? Kurz,

ist dies nicht eine kunstvolle, ja, so zu sagen, eigentlich ausstudirte Anordnung?

3. An diese zweite Bemerkung schließt sich genau die dritte an. Trotz der innern Ungleichheit der ernährenden Gefäße ist nämlich dafür gesorgt, daß Theile, welche äußerlich einander entsprechen sollten, dadurch nicht ungleich werden. Der rechte Arm entspricht aufs genauste dem linken, sowohl in Größe als in Gestalt, und doch gehen die Arterienzweige, durch welche die beiden Arme versorgt werden, nicht paarigt, nicht auf dieselbe Weise, nicht an demselben Orte und nicht unter dem gleichem Winkel von ihrem Stamme ab. Bei so starken Abweichungen ist es schwer zu begreifen, wie die gleiche Masse von Blut durch beide Arterien geführt werden kann, und dem Erfolge nach muß es doch so seyn: denn von den zwei Gliedern, die sie versorgen, wird keines stärker ernährt als das andere, keines ist bevorzugt, keines benachtheiligt.

Die Kopf- und die Schlüsselpulsader haben zwar in den beiden Körperhälften von der Aorta aus einen ganz verschiedenen Verlauf; nach Cheseldens Ansicht aber wird der Vortheil, den die linke Seite dadurch hat, daß hier die Schlüsselpulsader unter einem weit spitzeren Winkel als rechts aus der Aorta entspringt, dadurch aufgewogen, daß dagegen rechts Kopf- und Schlüsselpulsader zusammen in einem mächtigeren Aste entspringen. Wohl möglich, daß sich dadurch die Verschiedenheit in der Verzweigung wieder ausgleicht; und ist dem wirklich so, wie sinnreich, wie gemäß den hydraulischen Gesetzen ist dann die ganze Einrichtung!

II. Ein weiterer merkwürdiger Punkt am Thierkörper, als ein Ganzes betrachtet, ist, wenn man sich so ausdrücken darf, die Verpackung der Organe. Ich kenne nichts Bewunderungswürdigeres. Man betrachte einmal die Eingeweide im Rumpf irgend eines größern Thiers; man bedenke, wie glatt, wie weich, wie verschlungen, wie unaufhörlich bewegt, wie nothwendig zum Leben sie sind! Man erwäge die Gefahr, welche aus jeder Verletzung derselben, aus jeder willkührlichen Aenderung ihrer Lage, aus jeder Störung ihrer

Verrichtungen hervorgeht. In der Mitte sieht man die Pumpe des Herzens spielen, achtzigmal in der Minute; eine Röhrenleitung führt den Strom von ihm weg, eine andere bringt ihn zurück; hart neben ihm verrichten die Lungen ihren verwickelten Dienst, dehnen ihre Tausende von Bläschen aus und ziehen sie wieder zusammen, ein Getriebe, das nicht eine Minute rasten darf. Der Magen unterhält seinen mächtigen chemischen Prozeß; die Eingeweide befördern leise die zersetzten Nahrungsmittel immer weiter hinab, ziehen aus ihnen, während sie hinabwandern, alle gehörig verarbeiteten und dem organischen Stoff verähnlichten Theile an sich, um sie dem Blute zuzuführen; dieses geht rastlos seinen Gang, die Leber, die Nieren, die Bauchspeicheldrüse, die Ohrspeicheldrüsen und viele andere bekannten Drüsen ziehen aus ihm ihre eigenthümlichen Stoffe. Alle diese mannichfachen Operationen und noch viele andere, die noch feiner und deswegen der Beobachtung minder zugänglich sind, gehen zumal im Innern unsers Körpers vor sich. Man bedenke dies, und sehe nun, wie dieser Körper, wie dieses Gehäuse, das diese Maschinerie, umschließt, hin und her gestoßen, gerüttelt und geschüttelt wird, und wie dennoch der Mechanismus unbeschädigt bleibt, und selbst seine zartesten Bewegungen wenig oder nichts dadurch leiden. Man betrachte einen Seiltänzer, einen Gaukler, oder einen Affen: müssen nicht durch die gewagten Stellungen, in die der Körper geworfen wird, die innern Theile jeden Augenblick umgekehrt und gezerrt werden? Welche Erschütterungen erleiden die Eingeweide auch im gemeinen Leben nicht selten bei einem Sturtze, oder durch Stoßen und Quetschen, ohne bedeutenden, oder doch bald wieder beseitigten Nachtheil! Wie sicher muß da jeder Theil verwahrt, wie sorgfältig eingewickelt, wie fest angebunden und verpackt seyn!

Diese Eigenschaft des thierischen Körpers ist, so viel ich weiß, noch nie ausdrücklich und so umständlich, als sie es verdient, besprochen worden. Es sey mir daher erlaubt, zur Bestätigung des eben Gesagten hier etwas näher in das anatomische Detail einzugehen, obwohl ich dadurch genöthigt

werde, mehr als ich wünschte, zu Ausdrücken der Schule meine Zuflucht zu nehmen.

1. Das Herz ruht in der Mitte zwischen zwei weichen Lungenflügeln; es ist an das sogenannte Mittelfell (eine Haut, welche mitten durch die Brusthöhle von vorne nach hinten läuft) und an den Herzbeutel befestigt, welcher letztere nicht nur selbst eine außerordentlich derbe Membran ist, sondern auch fest mit der Falte des Mittelfelles und unten an der Spitze mit der mittleren Sehne des Zwerchfells zusammenhängt. Außerdem wird das Herz durch die großen Blutgefäße, die von ihm ausgehen, in seiner Lage erhalten.

2. Die Lungen sind vorne durch das Mittelfell an das Brustbein, hinten durch die Pleura oder die häutige Umkleidung des Eingeweides an die Rückenwirbel befestigt. Das eigentliche Geschäft des Mittelfells scheint zu seyn, die Eingeweide der Brusthöhle in ihrer Lage zu erhalten; es verhindert namentlich die Lungenflügel, sich gegenseitig zu belästigen, oder sich zu drücken, wenn wir auf einer Seite liegen.

3. Die Leber ist durch zwei Bänder im Körper befestigt: das eine, größere und stärkere, wird von der Umkleidung des Zwerchfells abgegeben und durchdringt die Substanz der Leber; das andere ist die Nabelvene, die sich nach der Geburt in ein Band verwandelt. Das erste, als das Hauptband, erhält die Leber in der ihr angewiesenen Lage, so lange der Körper in aufrechter Stellung ist; das zweite hindert sie, auf das Zwerchfell zu drücken, wenn wir liegen; beide zusammen halten die Leber in der Schwebe, wenn wir auf dem Rücken liegen, damit sie nicht auf die aufsteigende Hohlvene drücke, welcher das wichtige Geschäft obliegt, das Blut von dem Körper in das Herz zurückzuführen.

4. Die Blase ist durch den Harnstrang, der sich nach der Geburt in ein Band verwandelt, an den Nabel gebunden. Hier wurde, was beim Fötus ein Kanal für den Harn war, nach der Geburt ein Tragband für die Harnblase. Zugleich hält das Bauchfell die Eingeweide ab, sich um die Harnblase zu wickeln, oder ungleich auf sie zu drücken; denn

die Nieren und die Blase liegen in einer eigenen Falte dieser Haut und sind damit von den übrigen Eingeweiden der Bauchhöhle abgeschlossen.

5. Die Nieren sind in eine Lage von Fett gebettet.

6. Die Bauchspeicheldrüse ist fest an das Bauchfell angeknüpft, welches letztere die große Hauptumhüllung aller Eingeweide der Bauchhöhle bildet.

7. Die Milz wird durch die Verbindungen mit dem Bauchfell, dem Zwerchfell und dem Netze an dem für sie bestimmten Orte festgehalten. Leicht möglich, daß die Milz zu nichts dient, als zum Ausstopfen, daß sie ein weiches Kissen vorstellt, mit dem man eine Lücke ausfüllt, damit das Verpackte nicht rüttle. *

8. Das Netz ist eine heraufgeschlagene Schürze; der obere Rand der Falte ist an den Grund des Magens, an die Milz und einen Theil des Zwölffingerdarms befestigt. Das umgeschlagene Blatt steigt hinter dem vordern wieder herauf und legt sich an den Grimmdarm und die benachbarten Eingeweide.

9. Die Scheidewände des Gehirns haben ohne Zweifel die Bestimmung, zu verhindern, daß nicht ein Theil dieses Organs zu schwer auf den andern drücke. Die Fortsätze der dura mater oder harten Hirnhaut theilen die Höhlung des Schädels wie Scheidewände das Innere eines Hauses, und schließen dadurch jede Hälfte und jeden Lappen des Gehirns in die ihm angewiesene Kammer ein, damit derselbe nicht auf die benachbarten Theile drücke, noch sich mit demselben vermenge. Beim Packen ist das hauptsächlichste Augenmerk darauf zu richten, daß die Sachen sich nicht aneinander

---

* Unser Verfasser geht hier in die Falle, welche stets jedem Theoretiker gestellt ist: er gibt uns eine neue Theorie der Milz. Ihre wirkliche Funktion ist Allem nach eine doppelte: sie steht bei allen Thieren in genauer Verbindung mit dem Verdauungsapparat; sie verstärkt wohl erforderlichen Falls den Blutumlauf im Magen und sendet ferner Blut der Leber zu, und zwar Blut, das zu reichlicher Absonderung von Galle gehörig vorbereitet scheint.

reiben; im Kopfe, in der Bruſt= und Bauchhöhle des thieriſchen Körpers iſt dafür, neben andern Mitteln, durch häutige Scheidewände und Hüllen geſorgt, welche die Organe von einander abſondern.

Das Obige iſt nur eine kurze Ueberſicht der Art und Weiſe, wie die wichtigſten Eingeweide an ihrem Orte feſtgehalten werden. Aber die bewundernswürdigſte Vorrichtung zu dieſem Zwecke finden wir da, wo ſie auch am nöthigſten war, bei den Gedärmen. Es fällt in die Augen, daß eine lange dünne Röhre (ſie iſt beim Menſchen über fünfmal länger als der Körper), die in ſo dichte Falten geſchlagen iſt, ſich ſo vielfach windet und ſchlängelt, und dabei aus einer weichen, nachgiebigen Subſtanz beſteht, ohne außerordentliche Maaßregeln zu ihrer Sicherheit unaufhörlich durch die mancherlei raſchen, ſtoßweiſe erfolgenden Bewegungen des Körpers aus ihrer Lage gerückt werden müßte. Man ſollte denken, wenn ſie auch nicht gerade bei jedem Sprunge oder Falle gequetſcht oder verletzt würde, müßte ſie ſich doch leicht in ſich ſelbſt verwickeln oder ineinander ſchieben, oder wenigſtens aus der natürlichen Ordnung gerückt werden, eine Ordnung, die zu Ausführung ihrer wichtigen Lebensfunktionen unumgänglich nothwendig iſt. Sehen wir daher, wie eine ſo dringende, und bei der Länge und Enge der Röhre ſo nahe liegende Gefahr beſeitigt wurde. Das Auskunftsmittel iſt bewundernswürdig; es beſteht in Folgendem: der Darmkanal iſt in ſeinem ganzen Verlaufe an den Rand einer breiten, fetten Membran befeſtigt, das Meſenterium oder Gekröſe genannt. Die Gedärme bilden den Rand dieſer Haut, und ſind wie eine gefältelte Krauſe an ſie befeſtigt; ſie ſind viermal länger als das Gekröſe, und eine Nähterin würde daher etwa ſagen, ſie ſeyen an ihm aufgefaßt. Da das Gekröſe ſo eng mit dem Darm zuſammenhängt oder vielmehr einen Theil von ihm ausmacht, iſt es gleicherweiſe gefaltet und verſchlungen; weil es aber einen bedeutenden Breitedurchmeſſer hat und ſeine Subſtanz dicht und talgigt zugleich iſt, ſo konnte hier ein viel dichterer und feſterer Faltenwurf angebracht werden,

als je beim freien Darmkanal möglich gewesen wäre. Das Gekröse hält aber nicht bloß die Gedärme mit allen Windungen und Verwicklungen ihres Laufs in ihrer gehörigen Lage fest, sondern ist auch ein Stützpunkt für zahllose kleine Gefäße, für Arterien, Venen, für die Lymphgefäße, die fast an jedem Punkt seiner Häute und seiner Höhlung aus- und einlaufen. Diese Membran, welche als Hauptstütze des ganzen Ernährungsapparats erscheint, ist ihrerseits an die drei ersten Lendenwirbel befestigt.

III. Eine dritte allgemeine Eigenschaft thierischer Bildungen ist Schönheit. Ich verstehe hierunter nicht relative Schönheit, oder eine solche, deren Begriff aus der Vergleichung eines Individuums mit einem andern von der nämlichen Gattung oder aus der Vergleichung einer Gattung mit einer andern hervorgeht; sondern ich meine damit nur im Allgemeinen die Art und Weise, wie wohl jedes Thier in seiner äußern Erscheinung der Sinnlichkeit der ihm verwandten Thiere entsprechend gebildet ist. Man bedenke z. B. nur beim Menschengeschlechte, aus welchem Material auch der schönste Körper besteht, und es ist augenfällig, wie zierlich dieses Chaos von Organen zu einem symmetrischen, schönen, dem Auge wohlgefälligen Ganzen vereinigt ist; wie die Knochen versteckt, die Eingeweide verhüllt, die Schroffheit der Muskeln ausgeglichen, und über das Ganze eine Hülle gezogen ist, welche die abschreckenden Materialien eines anatomischen Theaters in ein gefälliges Bild verwandelt, auf welchem des Auge mit Vergnügen und Befriedigung ruht. Sehr viel trägt zu diesem Erfolge das sogenannte Zellgewebe bei, das unmittelbar unter der äußern Haut liegt; es ist für diese eine Art von Unterfutter, ist feucht, weich, schlüpferig und dehnbar, füllt überall die Zwischenräume der Muskeln aus, und bildet dadurch ihre runden, geschwungenen Umrisse, wie überhaupt die Rundung und Glätte der ganzen Körperoberfläche von diesem Stoff abhängt.

Dies Alles ist doch wohl ein schlagender Beweis von Kunst und Plan, und zwar für diesen bestimmten Zweck. Und

gibt man einmal zu, daß ein solcher Zweck bei Einem Produkte der Natur statt fand, so werden wir mit der höchsten Wahrscheinlichkeit auch bei andern Erscheinungen denselben Zweck annehmen dürfen, z. B. bei der Farbe der Blumen, dem Gefieder der Vögel, dem Pelz der Thiere, den glänzenden Schuppen der Fische, den bunten Flügeln der Schmetterlinge und Käfer, bei den reichen Farben und dem Glanze vieler Insektenarten u. s. w.

Manche Organe an den Thieren erscheinen ferner in besonderem Schmuck, und die Eigenschaften, durch welche sie so erscheinen, dienen sonst, so viel wir wissen, keinem andern Zwecke. So ist z. B. die Iris bei den meisten Thieren sehr schön, ohne durch ihre Schönheit im Geringsten die Schärfe des Gesichts zu vermehren, und die Natur konnte auch wirklich nirgends ihren Pinsel so vortheilhaft versuchen, als eben hier, weil nichts am Körper dem Beobachter so schnell ins Auge fällt oder die ganze Persönlichkeit des Geschöpfes so stark heraushebt.

Bei den Pflanzen, namentlich bei den Blüthen derselben, spielt das Gesetz der Schönheit eine noch bedeutendere Rolle; es ist hier noch weit mehr ausgesprochen, als bei den Thieren. Warum wohl, um unter tausend Beispielen eines zu wählen, wechselt die Blumenkrone der Tulpe, wenn sie ihrer Entwicklung entgegengeht, die Farbe? Die Zwecke der Ernährung der Pflanze würden, so weit unsere Einsicht reicht, auch dann erreicht worden seyn, wenn sie fortwährend grün geblieben wäre, oder, konnte dies einmal nach den Gesetzen des Wachsthums nicht seyn, mußte sie darum in so bunten Farben spielen? Dies sieht nicht aus, wie Folge des Alters oder des nachlassenden Säftetriebs; denn damit müßte, wie bei der Entfärbung im Herbst, jedes Blatt einfärbig geworden seyn, mit Spuren des Welkens und Dorrens. Ebenso ist es eine abgeschmackte Auskunft, das Farbenspiel der Pflanze eine Krankheit derselben zu nennen. Ist es nicht viel wahrscheinlicher, daß es bei dieser Eigenschaft, die, wie es scheint, von den Bedürfnissen und dem Nutzen der Pflanze ganz unabhängig

ist, bloß auf Schönheit, auf Entfaltung von Glanz und Pracht abgesehen war?

Ich weiß, man hat gegen diese Vorstellungsweise den Einwurf gemacht, Schönheit an und für sich sey Etwas gar nicht Existirendes, mit andern Worten: was einem nütze, womit man vertraut werde, das dünke einem am Ende natürlich schön. In der That erleiden unsere Begriffe von Schönheit durch Gewohnheit, durch Mode, durch die Erfahrung, daß etwas nützt oder vergnügt, und durch die von dieser Erfahrung erzeugten Ideenverbindungen so vielfache Modifikationen, daß man die Frage schon im Ernste aufwarf: ob nicht überhaupt der Begriff von Schönheit erst aus derlei Ursachen hervorgegangen sey, oder ob er ohne sie überhaupt bestände? Man treibt aber doch wohl den Schluß zu weit, wenn man um gewisser Einflüsse willen, oder wegen einer Verschiedenheit des Urtheils, die eben in jenen Einflüssen ihren Grund hat, das Prinzip an und für sich, den angebornen Sinn für Schönheit abläugnet; andere, allgemein anerkannte Prinzipien sind ja ähnlichen Einflüssen ausgesetzt. Ich meines Theils möchte lieber so argumentiren: Es handelt sich dabei von Gegenständen des Gesichts; nun unterscheidet aber jeder andere Sinn ein Angenehmes und ein Unangenehmes. Das eine beleidigt z. B. den Geschmackssinn, das andere ergötzt ihn. Bei manchen höhern Thieren, vollends bei Insekten, ist dieses Unterscheidungsvermögen noch schärfer und geregelter als beim Menschen. Jedes Pferd, jeder Ochs, jedes Schaf oder Schwein frißt oder verwirft die nämlichen Pflanzen, wenn es die Freiheit hat zu wählen, oder wenn nicht sein Geschmack durch aufgedrungene Gewohnheiten modifizirt worden ist. Viele Insekten, die sich von besondern Pflanzenarten nähren, gehen lieber zu Grunde, als daß sie das ihnen einmal angewiesene Blatt mit einem andern vertauschten. Alles dies weist auf ein im Geschmackssinne selbst liegendes anerschaffenes Moment hin, welchem gemäß gewisse Gegenstände von ihm gewählt oder verworfen werden. Gleicherweise geben die Gerüche der Nase angenehme oder unangenehme

Sensationen. Gewisse Töne oder Tonverbindungen ergötzen das Ohr, andere beleidigen es. Gewohnheit vermag in allen diesen Fällen viel und zwar zu unserm Besten, denn sie söhnt uns mit manchen nothwendigen Uebeln aus; aber hat darum die Unterscheidung zwischen Angenehmem und Unangenehmem keine Begründung in dem Sinne selbst? Was nun von den übrigen Sinnen gilt, das gilt höchst wahrscheinlich auch vom Auge, und wir nehmen demgemäß mit Recht an, daß auch dieser Sinn ursprünglich so eingerichtet ist, um von gewissen Gegenständen angenehme, von andern unangenehme Eindrücke zu empfangen.

Doch bei dieser Annahme bleibt die Behauptung, welche die Schönheit als eine Endursache in Anspruch nimmt, nicht stehen. Die Objecte sind einmal diesem Sinne nicht gleichgültig: nicht Alles behagt ihm, Manches, was wir sehen, ist ihm angenehm, Manches unangenehm. Dies ist sicher nicht Folge der Gewohnheit im einzelnen Fall; denn die angenehmsten Gegenstände sind oft die seltensten, während andere, die wir täglich vor Augen haben, immer widrig bleiben. Wenn sie durch Gewohnheit erträglich werden, so ist dies Alles, was man vom Einflusse der Gewohnheit erwarten darf, angenehm werden sie darum nie. Sollte nun dieser Sinn dennoch erst erworben werden, so erscheint er als das Produkt zweier Faktoren: der vielen mannichfaltigen Einflüsse der äußern Dinge auf die Sinne, und der Rückwirkung des Geistes auf die Sensationen. Soll irgend ein einzelner Gegenstand gefallen können, so muß an ihm etwas seyn, das mit jenem Resultat übereinstimmt, und, dies behaupten wir nun, auf diese Uebereinstimmung ist bei der den Thieren und Pflanzen verliehenen äußern Erscheinung Rücksicht genommen.

VI. Durch die Hautbedeckung vorzüglich wird das Aussehen der Thiere bestimmt, und dieser Theil ist auch wirklich bei allen Thieren der verzierteste und am freiesten von Unreinigkeit. Allein abgesehen von der äußern Schönheit oder Gefälligkeit, wird durch diese Bedeckung und die Lagerung aller Theile unter derselben noch ein anderer wichtigerer Zweck

erreicht: sie verbirgt das Innere des Körpers. Könnte man durch die Haut hindurch den Mechanismus unsers Körpers sehen, der Anblick müßte uns Schrecken einjagen. Ein geistreicher französischer Schriftsteller sagt: „Wagten wir es wohl, eine einzige Bewegung zu machen, einen einzigen Schritt zu thun, sähen wir unser Blut circuliren, die Sehnen ziehen, die Lungen arbeiten, die Säfte sich destilliren, läge sichtbar vor uns das ganze unfaßliche Gewirre von Fasern, Röhren, Pumpen, Klappen, Strömungen, das einem so gebrechlichen und doch sich so hoch dünkenden Wesen als Substrat seiner Existenz dient?“

V. Eine weitere Eigenschaft des thierischen Körpers, als geschlossenes Ganzes betrachtet, ist die Fähigkeit zu stehen, und dies verdient mehr Aufmerksamkeit, als man gemeiniglich glaubt. Bei zweifüßigen Geschöpfen ist es auffallender als bei vierfüßigen, am meisten aber beim Menschen, der im Verhältniß zu seiner Größe auf der schmalsten Basis ruht. Die Statue eines Menschen, lose auf ein Piedestal gestellt, würde nicht eine halbe Stunde sicher stehen. Man muß die Füße derselben an das Fußgestelle durch Bolzen und durch Kitt befestigen, oder die geringste Erschütterung, der erste Windstoß wirft sie um. Und doch hat, voraussetzlich, materiell die Statue durchaus die Proportionen des lebenden Modells. Mit der bloßen körperlichen Gestalt, oder damit, daß der Schwerpunkt innerhalb der Grundfläche fällt, ist es also nicht gethan. Das Gesetz der Schwere muß demnach für lebende Körper gar nicht gelten, oder es muß bei ihnen noch etwas hinzukommen, was sie befähigt, ihre aufrechte Stellung zu behaupten. Nun ist durchaus kein Grund zu der Annahme vorhanden, daß bei ihnen die Theile nicht gerade so wie bei todter Materie durch die Schwere abwärts gezogen würden. Das Eigenthümliche des lebenden Körpers scheint mir dagegen darin zu bestehen, daß er die Fähigkeit besitzt, durch eine Reihenfolge unbewußter, aber rasch die Störung des Gleichgewichts aufhebender Thätigkeiten den Schwerpunkt fortwährend zu verrücken, so daß die Richtungslinie, d. h.

das Senkel vom Schwerpunkt auf den Boden, gewisse Grenzen nicht überschreitet. Zunächst ist zu bemerken, daß die genannten Thätigkeiten zum Theil das ausmachen, was wir Kraft nennen. Ein todter Körper sinkt zusammen; die bloße richtige Vertheilung von Gewicht und Druck, die ja nach dem Tode ebensogut als vor demselben statt finden könnte, vermag also für sich allein die Säule noch nicht aufrecht zu halten. Ebenso kann sich bei außerordentlicher Schwäche der Kranke nicht aufrecht halten. Zweitens sind diese Thätigkeiten nur in geringem Grade willkührlich. Ein Mann ist sich selten einer Willensthätigkeit bewußt, wenn er aufrecht auf seinen Beinen steht. Ein Kind, das gehen lernt, ist der größte Balancierkünstler in der Welt; allein Kunst, wenn man hier davon sprechen darf, wird nach und nach zur Gewohnheit, und es ist bald im Stande, sich in den mannichfaltigsten Stellungen aufrecht zu halten, ohne sich weiter der dabei nöthigen Anstrengung und Vorsicht bewußt zu werden. Dies Alles setzt aber eine Fähigkeit der Organe voraus, deren sich solchergestalt die Gewohnheit bemächtigen kann; die erste Ursache der Bewegungen, welche das Thier einübt, muß in ihm selbst liegen, und die Leichtigkeit dieser Einübung ist es eben, was wir bewundern. Welche bestimmten Theile aber vorzugsweise diesem Geschäfte dienen, oder auf welche Weise jeder zu demselben mitwirkt, das ist, wie wir schon oben bemerkten, schwer auszumitteln. Vielleicht hat eine uns unbewußte Bewegung der Knochen der Extremitäten einen bedeutenden Antheil am Resultat. Bei jedem Schwanken und Ausglitschen des Körpers treten sie in Thätigkeit und scheinen zur Herstellung des Gleichgewichts viel beizutragen. So viel ist gewiß, schon der Umstand, daß der Fuß nicht etwa wie ein Schuhleisten aus einem Stücke besteht, sondern aus vielen kleinen, mit mannichfach gestalteten Flächen aneinandergelegten und untereinander artikulirenden Knochen zusammengesetzt ist, erscheint in dieser Hinsicht sehr merkwürdig.

Ich glaube auch, man könnte nicht leicht auf Stelzen oder hölzernen Beinen fest stehen, wenn auch ihre Basis der

Figur und den Verhältnissen der Fußsohle vollkommen nachgebildet wäre. Ferner scheint der Wechsel in der Richtung der Gelenke, deren eines, das Kniegelenk, rückwärts, das andere, das Hüftgelenk, sich vorwärts beugt, so wie die Biegsamkeit des Rückgrats nach allen Richtungen, namentlich in der Lendengegend und an den Halswirbeln, für Erhaltung des Gleichgewichts des Körpers von Bedeutung zu seyn. Hinsichtlich des letztgenannten Umstandes ist zu bemerken, daß die Rückenwirbel durch Bänder so fest verbunden sind, daß sie an ihren Grundflächen gerade nur so viel nachgeben, als erforderlich ist, um den Stoß zu brechen, den der Körper bei einer gewaltsamen Bewegung erhält. Ein gewisser Grad von Spannung in den Sehnen scheint ebenfalls wesentlich für die aufrechte Stellung, denn eben weil diese Spannung im todten oder vom Schlage gerührten Körper nicht mehr vorhanden ist, sinkt er zusammen. Das Ganze ist das bewundernswürdige Resultat zusammenwirkender Kräfte und sehr complicirter Thätigkeiten. Das Stehen ist also kein so einfaches Geschäft, wie wir glauben könnten; das sehen wir schon am seltsamen Schwanken eines Betrunkenen, der die Herrschaft über seinen Schwerpunkt verloren hat. *

---

* Alles dies ist vom Verfasser trefflich auseinandergesetzt. Wenn er aber sagt: das Aufrechtstehen beruhe darauf, daß der Schwerpunkt durch eine Reihenfolge unbewußter, aber rasch die Störung des Gleichgewichts aufhebender Thätigkeiten fortwährend verrückt werde, so führt er nur eine Thatsache an, und läßt den merkwürdigsten Umstand außer Acht. Es unterliegt keinem Zweifel, daß solche Bewegungen statt finden; allein was ist das leitende Prinzip dabei? Wenn ein Mensch einen Stab auf seiner Fingerspitze balanciren will, so ändert er fortwährend die Lage des Fingers; bei dieser Bewegung leitet ihn sein Auge: er sieht den Stab sich bald auf diese, bald auf jene Seite neigen. Wie aber schätzt der Mensch die Neigung seines Körpers, wenn er kaum anfängt, von der perpendikulären Richtung abzuweichen? Sehen kann er dies nicht, er richtet sich dabei auch nicht nach den umgebenden Gegenständen; denn ein blinder Mann steht eben so fest, als ein sehender. Die Antwort ist: der Mensch hat

Wir sagten, diese Eigenschaft sey die merkwürdigste im menschlichen Körper; allein ein Vogel, der auf einem Zweige sitzt, oder auf eine Sprosse hüpft, bietet ein nicht minder auffallendes Beispiel davon. Das Hühnchen läuft davon, so wie es aus dem Ei geschlüpft ist, und doch ist ein Hühnchen, geometrisch und mit Rücksicht auf seinen Schwerpunkt, seine Richtungslinie und sein Gleichgewicht betrachtet, ein sehr unregelmäßiger Körper. Ist nun dies Naturgabe, oder ist es erlernt? Ist es nicht, als ob die Natur mit größter Umsicht den Körper in seine Schwebe gebracht hätte?

Wir bemerken am Vogel einen Mechanismus, der hierauf Bezug hat. Wenn ein Koch ein Stück Geflügel zäumt, d. h. ihm Füße und Schenkel gegen den Körper hinaufbindet, so sieht er, daß sich die Klauen desselben von selbst schließen. Gerade so hält nun der Vogel seine Füße, wenn er auf seiner Stange ruht, und in dieser Stellung schläft er vollkommen sicher; denn nicht in Folge willkührlicher Thätigkeit, welche im Schlafe unterbrochen würde, umschließen die Klauen den Träger, sondern mechanisch dadurch, daß die Sehnen in Folge der Stellung, welche Ober- und Unterschenkel beim Niedersitzen des Vogels annehmen, sich zurückziehen, und in dieser Spannung durch das bloße Gewicht des Körpers erhalten werden.

VI. Betrachten wir den menschlichen Körper als ein Ganzes, betrachten wir die allgemeinen Bildungen, die ihn constituiren, betrachten wir besondere Theile in Bezug auf diese Bildungen, so treten uns Fälle entgegen, die ich als

---

ein Bewußtseyn von der Thätigkeit seiner Muskeln, er hat ein Gefühl, und zwar ein äußerst feines, für die Art ihrer Thätigkeit, und regelt dadurch ihre Bewegungen. Dieser Sinn ist der wunderbarste von allen: es ist ein Gefühl für Bewegungen im Innern, feiner, merkwürdiger als die Empfindlichkeit für die verschiedenen äußern Eindrücke, und es vermittelt, wie sich leicht beweisen läßt, eine Menge von Eigenschaften des lebenden Körpers, namentlich die Thätigkeit der Sinnorgane selbst.

„Ausnahmen von der Einheit der Bildung“ bezeichne. Die folgenden Beispiele werden deutlich machen, was ich damit meine.

1. Alle Knochen des Körpers sind mit der sogenannten Beinhaut überzogen; nur bei den Zähnen bricht sie ab, und an ihre Stelle tritt ein Schmelz, der kaum durch Säge und Feile angegriffen wird. Der Nutzen, die Zweckmäßigkeit dieser Abweichung, dieser Ausnahme von dem sonst in den Knochen herrschenden Bildungsgesetze springt in die Augen: denn umkleidete eine so außerordentlich empfindliche Membran, wie die Beinhaut, gleich den übrigen Knochen des Körpers auch die Zähne, so litte das Thier, weil die bloß gelegte Haut sich durch die Reibung entzünden müßte, beständig Schmerzen. So allgemein also auch sonst jene Umkleidung ist, bei den Zähnen war sie nicht am Orte; diese brauchten einen harten, festen, unempfindlichen, widerstandsfähigen Ueberzug, und den bekamen sie auch in dem Schmelz, der ihre Oberfläche bildet. *

2. Die Oberhaut, welche den ganzen Körper bedeckt, macht an den Spitzen der Zehen und Finger Nägeln Platz. Man braucht bloß einen Blick auf seine Hand zu werfen, um sich zu überzeugen, wie entschieden, wie bestimmt diese sonst allgemeine Bedeckung hier durch eine andere Substanz, ein anderes Gewebe ersetzt wird. Wäre nun das Gesetz ein nothwendiges, oder die Ausnahme von demselben eine bloß zufällige, so wäre der genannte Effekt nicht denkbar. Wenn ich von einem nothwendigen Gesetz spreche, so meine ich eine Bildung der Oberhaut in Folge von Ursachen, denen kein Plan zu Grunde liegt, und die, wie alle blinden Kräfte, gleichförmig wirken müssen. Wäre dies der Fall, so wüßte man keinen Grund dafür anzugeben, warum der Operation der Hautbildung an den Spitzen der Finger, und warum ihr gerade am obern, nicht am untern Theile derselben Einhalt

* Man sehe die Abhandlung von den Zähnen im Anhang.

gethan wurde. Wäre anderer Seits die Abweichung vom Gesetz nur zufällig, ein Irrthum, eine Anomalie, kurz etwas Planloses, so würden wir sicherlich auch noch an andern Theilen des Körpers Nägel antreffen; sie würden gleich Warzen oder Finnen auf der Oberfläche des Körpers zerstreut seyn. *

3. Alle großen Höhlen des Körpers sind von Membranen umschlossen, mit einziger Ausnahme der Schädelhöhle. Warum sollte sich das Hirn nicht mit einer Bedeckung begnügen, die für die übrigen Hauptorgane des Körpers zureichte? Das Herz, die Lungen, die Leber, der Magen, die Eingeweide haben sämmtlich weiche Umhüllungen, und nichts weiter. Auch alle Hüllen der Muskeln sind weich und häutig. Ein Grund für diesen Unterschied ist wohl aufzufinden, aber nur in der Endursache. Die Wichtigkeit des Gehirns für das Leben überhaupt und die außerordentliche Zartheit seiner Substanz machen ein festes Gehäuse für dasselbe nothwendiger als für irgend einen andern Theil; solch ein Gehäuse ist ihm nun eben im harten Schädel gegeben. Sagte etwa ein Anatom, diese knöcherne Schutzwehr beschränke sich nicht auf das Gehirn, sondern setze sich den ganzen Rückgrat

---

* Die menschlichen Nägel sind vorzüglich darauf berechnet, das Kissen an den Spitzen der Finger, das Hauptorgan des Tastsinns, zu stützen, und uns zugleich das Festhalten irgend eines Dings zu erleichtern. Es gibt zwar außer den Fingerspitzen auch noch andere Körpertheile, die ein außerordentlich feines Gefühl haben; aber das Gefühl derselben ist nicht von der Art, daß wir durch dasselbe über die Beschaffenheit der Materie unterrichtet werden, wie es durch die Fingerspitzen, und in geringerem Grade durch die ganze innere Fläche der Hand geschieht. Wir fühlen z. B. den Puls der Arterie am Handgelenk mittelst der Empfindlichkeit des Tastnervens, in Verbindung mit dem elastischen Kissen der Fingerspitze. Und welchen Dienst dieses elastische Kissen leistet, zeigt am besten folgende Erfahrung: obgleich die Zungenspitze ein so feines Gefühl hat, daß schon ein Haar, das auf ihr liegt, uns belästigt, so fühlt sie dennoch den Pulsschlag nicht, wenn wir sie gegen die Arterie drücken.

entlang fort, so verstärkt er nur unsern Beweis. Bemerkt er weiter, wie auch die Brusthöhle durch Knochen geschützt sey, so entgegne ich, daß ich eben dieses Beispiel selbst angeführt hätte, dienten nicht die Rippen ebensowohl zur Bewegung als zum Schutze. Was den Schädel von jeder andern Körperhöhle unterscheidet, ist, daß der Knochenüberzug das Eingeweide vollständig umschließt und, ohne den Nebenzweck der Bewegung, einzig auf Verleihung von Schutz berechnet ist. Die Unebenheiten aber, die wir im Innern des Schädels wahrnehmen, und die vollkommen auf die Windungen des Gehirns passen, erfüllen den wichtigen Zweck, der Substanz des Gehirns Halt zu geben und sie vor Erschütterung zu schützen. *

* Im Anhang findet sich eine Bemerkung über die Form des Schädels, die der Leser mit dem oben im Text Gesagten vergleichen mag.

Zwölftes Kapitel.

Vergleichende Anatomie.

Wenn wir irgendwo einen allgemeinen Plan mit Consequenz, doch unter Zulassung solcher Abweichungen durchgeführt finden, welche besondere Fälle erheischen, so haben wir ebendamit den stärksten, jede andere Hypothese schon zum Voraus widerlegenden Beweis vom Daseyn und der Thätigkeit einer ordnenden Intelligenz. Denn wenn die allgemeine Regel durch irgend eine in der Natur der Dinge selbst liegende Nothwendigkeit bestimmt würde, wie vermöchte sie sich alsdann den mancherlei Bedürfnissen zu fügen, welche aus der Verschiedenheit der Umstände und Lagen hervorgehen? Arkwright's Maschine wurde ursprünglich zum Spinnen von Baumwolle erfunden. Nun wird sie ebenso gut zum Spinnen von Schafwolle, von Hanf und Flachs verwendet, nachdem am ursprünglichen Plane so viel abgeändert worden ist, als die Verarbeitung dieser verschiednen Materialien nothwendig machte. Wäre es uns möglich, die Entstehung einer Maschine irgend einer andern als einer intelligenten Ursache zuzuschreiben, weil wir die Maschine bisher nur in Einer bestimmten Form erblickten, so müßten wir doch bald anders urtheilen, wenn wir sehen, daß die Maschine auf verschiedene Dinge angewendet wird, und dabei in ihrem Bau solche Veränderungen erleidet, wie sie gerade der jedesmalige Fall erfordert; wir werden nicht länger umhin können, den Satz zuzugestehen, daß Intelligenz, im eigentlichen Sinne des Worts, sowohl bei Entwerfung des ursprünglichen Planes,

als bei den mancherlei Abänderungen, die man mit der Maschine vorgenommen, thätig gewesen sey.

Diese Schlußweise ist nun fast in ihrem ganzen Umfange auf die sogenannte „vergleichende Anatomie“ anwendbar. In Hinsicht auf den allgemeinen Haushalt, auf die Hauptzüge des Bildungsplanes, auf den Bau und die Verrichtungen der bedeutendsten Theile sind sich sämmtliche Landthiere auffallend ähnlich. Bei allen wird so ziemlich durch denselben Apparat der Körper ernährt und das Leben gefristet. Das Herz, die Lunge, der Magen, die Leber, die Nieren sind bei Allen gleich organisirt. Die nämliche Flüssigkeit (denn man hat bis jetzt noch keinen Unterschied zwischen dem Blut verschiedener Thiere entdeckt) zieht durch ihre Gefäße, und beinahe in derselben Ordnung. Die nämliche Ursache also, nenne man dieselbe, wie man wolle, rief diese verschiedenen Thierbildungen ins Leben, und regelte ihre innere Thätigkeit.

Gehen wir zu kleineren Geschöpfen oder zu Bewohnern eines andern Elementes über, so ist zwar die Aehnlichkeit minder auffallend; aber immer noch greift der alte Plan durch, und alle Bildungsabweichungen entsprechen in den Thieren bestimmten Zwecken, und dies haben wir nun durch Beispiele zu erweisen.

I. Das erste, was sich unserer Beobachtung darbietet, ist die äußere Bedeckung der verschiedenen Thiere. Sie ist in der That, sowohl wegen ihrer Mannichfaltigkeit als ihrer Angemessenheit für die verschiedenen Thiernaturen unserer Bewunderung ebenso werth, als irgend ein anderer Theil ihres Baus. Wir sehen hier Borsten, Haare, Wolle, Pelz, Federn, Stacheln, Schuppen; allein bei all dieser Mannichfaltigkeit von Stoffen und Formen könnten wir nicht die Bekleidung eines einzigen Thiers mit einer andern wechseln, ohne ihm augenscheinlich etwas Schlechteres zu bieten; wir haben dabei freilich nicht zu vergessen, daß diese Bedeckungen in vielen Fällen nicht nur als Kleid, sondern auch als Rüstung dienen, daß sie eben sowohl schützen als wärmen.

Der Mensch allein unter allen Thieren ist nackt; er allein

vermag sich selbst zu kleiden. Dies ist eine der Eigenschaften, die ihn befähigen, das Thier aller Zonen und aller Jahreszeiten zu seyn. Er kann die Wärme oder Leichtigkeit seiner Bedeckung der Temperatur seines Wohnsitzes anpassen. Wäre er mit einem Fließ auf seinem Rücken zur Welt gekommen, so möchte ihm allerdings die Wärme desselben in höhern Breiten zu Statten gekommen seyn, dagegen hätte eine so dicke, warme Bedeckung immer schwerer auf ihm gelastet, je mehr sich seine Gattung gegen den Aequator ausbreitete.

Was nun die Kunst für den Menschen thut, das hat in den meisten Fällen die Natur für die Thiere gethan, die der Kunst nicht fähig sind. Ihre Kleidung wechselt von selbst mit ihren Bedürfnissen. Dies ist besonders der Fall bei jener zahlreichen Klasse vierfüßiger Thiere, die mit Pelz bedeckt sind. Wer mit Hasen- und Kaninchenfellen handelt, weiß, wie viel dicker der Pelz bei Annäherung des Winters wird Es scheint mit zum allgemeinen Haushalt und Plan der Natur in dieser Beziehung zu gehören, daß in heißen Ländern die Wolle ausartet, oder vielmehr (zur Erleichterung der Thiere) in Haare übergeht, während umgekehrt das Haar, z. B. bei den Polarhunden sich in Wolle, oder doch einen ähnlichen Stoff verwandelt. Naturforscher haben beobachtet, daß Bären, Wölfe, Füchse, Hasen, die nicht in das Wasser gehen, auf dem Rücken einen viel dickeren Pelz haben als auf dem Bauche, während der Biber am Bauche am stärksten behaart ist; gleicherweise sind die Wasservögel unten am dichtesten befiedert. Wir sehen wohl die Endursache von dem allen, aber keine andere.

Die Bedeckung der Vögel muß dem Achtlosesten auffallen; die Leichtigkeit, Geschmeidigkeit und Wärme dieser Bedeckung, die Richtung sämmtlicher Federn nach hinten, der Flaum am untern Theile des Kiels, das Uebereinandergreifen an den Spitzen, ihre verschiedene Form an verschiedenen Körpertheilen, die Mannichfaltigkeit ihrer Farben, all dies gibt dem Vogel ein so prachtvolles, seiner Lebensweise

so angemessenes Kleid, daß wir gewiß nicht im Stande wären, uns ohne vorhergegangene Anschauung etwas so Vollkommenes vorzustellen, und daß wir jetzt nach aller Erfahrung und Beobachtung uns nichts Vollkommeneres zu denken vermögen. Nehmen wir einmal an, einem Manne, der noch nie einen Vogel gesehen, werde ein gerupfter Fasan überreicht, und ihm die Aufgabe gestellt, für denselben eine Bedeckung zu ersinnen, welche die Eigenschaften der Wärme, der Leichtigkeit, eines möglichst geringen Widerstandes gegen die Luft in sich vereinige, und den Vogel möglichst ziere und schmücke. Man lasse ihn dann das Werk des Schöpfers betrachten, und er wird in der Stimmung seyn, seine Größe zu ermessen. Das Wohlgefallen, das selbst der flüchtige Anblick der gefiederten Welt immer in uns erregt, steigert sich bei näherer Beobachtung ungemein. Dies ist einer der Fälle, wo der Forscher ungleich mehr zu bewundern hat, als der gewöhnliche Beobachter. Jede Feder ist ein mechanisches Wunder. Betrachten wir den Kiel, so bemerken wir an ihm schwer zu vereinigende Eigenschaften: Stärke und Leichtigkeit. Ich weiß nicht leicht etwas merkwürdigeres, als die Stärke und die Leichtigkeit des Kiels, mit dem ich eben schreibe. Betrachten wir den obern Theil der Feder, so sehen wir ein Material, das bei keiner andern Klasse von Thieren und auch sonst nirgends im Körper des Vogels vorkommt. einzig für diesen Zweck bestimmt, zähe, leicht, biegsam, elastisch. Auch die sogenannte Seele des Kiels, das Ernährungsorgan der Feder, hat unter allen thierischen Substanzen nicht ihres Gleichen, sie ist nicht Bein, nicht Fleisch, keine Membran, keine Sehne.* Doch der kunstreichste Theil an der Feder ist der Bart. Man versteht darunter diejenigen zu beiden Seiten des Kiels befestigten Theile, welche die

---

* Der Kiel einer Feder besteht aus kreisförmigen und aus der Länge nach verlaufenden Fasern. Wenn man eine Feder zurüstet, muß man daher die oberste Umkleidung, die aus den kreisförmigen Fasern besteht, abschaben, sonst springt der Kiel zackigt; er bekommt, nach dem gewöhnlichen Ausdruck, Zähne.

Breite der Feder ausmachen, und die wir gewöhnlich abstreifen, wenn wir eine Feder zum Schreiben zurüsten. Die einzelnen Stücke, aus welchen der Bart besteht, nennt man Strahlen oder Blätter. Das erste nun, was einem aufmerksamen Beobachter an diesem Barte auffällt, ist, daß derselbe weit stärkern Widerstand leistet, wenn man senkrecht auf seine Fläche drückt, als wenn man in der Richtung des Stiels auf- oder abwärts reibt, und man bemerkt auch bald die Bildung, welche diesen Unterschied bedingt: die Blätter nämlich, aus denen der Bart besteht, sind flach und liegen mit den flachen Seiten aneinander; während sie sich somit leicht zusammenschieben lassen, wie man sich überzeugen kann, wenn man noch so sanft an einer Feder hinaufstreift, geben sie weit schwerer nach, wenn man nicht auf ihre Ebenen, sondern auf ihre Kanten drückt, und just in letzterer Richtung haben sie den Druck und Stoß der Luft auszuhalten und ihre Stärke zu erproben.

Dies ist nur Eine Eigenthümlichkeit im Bau der Feder; eine andere ist noch merkwürdiger. Wer eine Feder genauer betrachtet, dem wird es nicht entgehen, daß die Strahlen oder Blätter, von denen wir eben sprachen, in ihrem natürlichen Zustande miteinander verbunden, daß nicht bloß ihre freien Flächen aneinandergelegt sind, daß man sie nur mit einigem Aufwand von Kraft auseinander ziehen kann, daß sie aber doch nicht etwa zusammenkleben, sondern durch eine mechanische Vorrichtung ineinander greifen, wodurch der Bart seine Dichtigkeit und Festigkeit erhält. Auch dies ist noch nicht Alles: wenn zwei Strahlen, die durch Zufall getrennt, voneinander gerissen worden waren, wieder zusammengebracht werden, so schließen sie augenblicklich wieder fest zusammen; die frühere Verbindung ist vollkommen wieder hergestellt, und der Bart der Feder wird wieder so glatt und fest, als ob ihm kein Unfall begegnet wäre. Man fahre einmal mit dem Finger an einer Feder hinab, gerade gegen den Strich, so wird man fast immer den Zusammenhang einiger Strahlen aufheben; man fahre alsdann mit dem Finger an

der Feder hinauf, und Alles wird wieder in den alten Stand gesetzt seyn. Der Mechanismus hiebei ist höchst merkwürdig. Die erwähnten Strahlen greifen ineinander ein, und zwar durch eine Menge von Fäden oder Zähnen, die zu beiden Seiten am Rande des Strahles sitzen und sich aneinander häkeln. Ein Freund von mir zählte fünfzig solcher Zähne im zwanzigsten Theil eines Zolles. Sie sind hakenförmig, aber auf verschiedene Weise gebogen; diejenigen, welche von der gegen die Spitze der Feder gerichteten Seite des einzelnen Strahls ausgehen, sind länger, biegsamer und abwärts gebogen; diejenigen dagegen, welche der gegen den Kiel gekehrten Seite angehören, sind kürzer, fester und aufwärts gekehrt. Legen sich nun zwei Strahlen aneinander, so daß jene längern Fasern weit genug über die kürzern herüberragen, so greifen ihre hakenförmigen Enden in die Haken der letztern ein, gerade wie die Klinke einer Thür in den Haken, der an den Thürpfosten befestigt ist, einschnappt und eben damit die Thüre schließt.

Dieser bewundernswürdige Bau der Feder, den man mit dem Mikroskop leicht bemerkt, entspricht vollkommen dem Zwecke, den sich die Natur hier vorsetzte, und der darin besteht, daß nicht nur die Strahlen fortwährend verbunden blieben, sondern daß sie auch, wenn sie durch äußere Gewalt zerrissen wurden, sich leicht und rasch wieder aneinander legten.

Beim Vogel Strauß fehlt dieser Apparat von Fasern, Häkchen und Zähnen, und die Folge davon fällt in die Augen: die einzelnen Strahlen oder Fäden hängen lose und getrennt voneinander herab, und bilden nur eine Art von Flaum. So schön eine Feder der Art sich auf dem Hute einer Dame ausnehmen mag, so erscheint doch ein solcher Bau als mangelhaft, insofern Flügel, die aus solchen Federn zusammengesetzt sind, zwar beim Laufen gute Dienste leisten mögen, zum Fliegen aber unbrauchbar sind.

Wir haben jedoch für den Augenblick die Federn hauptsächlich als Bekleidung des Vogels zu betrachten, und da treffen wir denn gleich auf einen merkwürdigen Umstand.

Alle kleinern Vögel, die bei uns überwintern, von der Schnepfe abwärts, hat der Schöpfer ganz zunächst am Körper mit einer Lage schwärzlichten Flaums versehen, die äußere Farbe der Federn mag seyn, welche sie will. Schwarz ist nun, wie wir wissen, die wärmste Farbe, und der Zweck hienach, die durch das Herz und die Cirkulation des Bluts vermittelte Wärme im Körper zurückzuhalten. * Es ist ferner zu bemerken, daß sich diese Veranstaltung bei größern Vögeln nicht findet, und zwar aus guten Gründen. Kleine Vögel sind der Kälte viel mehr ausgesetzt als große, indem sie im Verhältniß zu ihrer Masse der Luft eine viel größere Oberfläche darbieten als die letztern. Würde ein welscher Hahn in eine Anzahl Stücke zerschnitten, deren jedes die Größe und Form eines Zaunkönigs hätte, so würde die äußere Fläche dieser Zaunkönige zu der des welschen Hahns sich wie zehn

---

* Wenn wir die neuesten Erfahrungen der Experimentalphysik auf diesen Gegenstand anwenden, so stellt sich die Sache etwas anders dar. Ein loses, wollenes Gewebe, oder ein Flaum ist eine warme Bedeckung, weil in den Zwischenräumen des Gewebes Luft hängen bleibt, die ein sehr schlechter Wärmeleiter ist; eine solche Bedeckung verhindert also die Zerstreuung thierischer Wärme. Ziehen wir die Farbe der Bedeckung der Vögel in Betracht, so haben wir ein neues Element in Rechnung zu nehmen, nämlich die Wirkungen der Wärmeleitung und Wärmeausstrahlung. Unter Wärmeleitung versteht man ihre Verbreitung in einem Körper, unter Ausstrahlung ihre Zerstreuung in der Atmosphäre oder im Raum. Wir haben eben erklärt, warum die Bekleidung der Eidergans zunächst dem Leibe flaumig ist; aber die verschiedene Wirkung der Farbe muß von der Ausstrahlung abhängen. Es scheint, (so würde man sich im gemeinen Leben ausdrücken) daß der Einfluß der Kälte bei vierfüßigen Thieren sowohl als bei Vögeln ihre Bedeckung mit Wolle oder Flaum verstärkt und in vielen Fällen die äußere Farbe in weiß verwandelt; d. h. mit wissenschaftlicheren Worten: es ist eine Vorkehrung getroffen, daß sich die Bedeckung des Thiers den veränderten äußern Umständen, in die es versetzt wird, anpaßt. Dieser Farbenwechsel entspricht nun der Theorie der Wärme, sofern eine weiße Oberfläche am wenigsten Wärme absorbirt und am wenigsten ausstrahlt, und somit die thierische Wärme zurückhält, sie nur langsam an die Atmosphäre abgibt.

zu eins verhalten. Aus diesem Grunde war es nothwendig, daß kleinere Vögel viel wärmer als größere bekleidet wurden.

II. Bei Vergleichung verschiedener Thiere bietet sich uns kein Theil dar, der hinsichtlich seines Baus eine größere Mannichfaltigkeit, und in dieser Mannichfaltigkeit eine vollkommenere Angemessenheit zu den jedesmaligen Zwecken entwickelte, als der Mund. Das einemal ist derselbe bloß zum Aufnehmen der Nahrungsmittel bestimmt, ein andermal zu Festhaltung der Beute, ein drittes Mal zum Aufpicken von Samenkörnern, oder zum Abweiden von Gräsern, bald zum Einsaugen von Flüssigkeiten, bald zum Zermalmen der Nahrung; er dient zum Schmecken derselben, und außerdem zum Einathmen und zu Hervorbringung von Tönen. Alle diese verschiedenen Verrichtungen sind Einem Organe angewiesen, und für sie ist bei verschiedenen Thieren, je nach ihrer Lebensweise, das Organ eigenthümlich gebildet. Bei der menschlichen Gattung, die mit Händen versehen ist, um die Nahrung zum Munde zu bringen, ist der Mund flach, und taugt damit nur zum Einnehmen der Nahrungsmittel, während die hervorstehenden Kinnladen, die weite Rachenöffnung, die spitzigen Zähne den Hund und seine Verwandten in den Stand setzen, den Gegenstand ihrer Verfolgung zu fassen und festzuhalten. Die geschwellten Lippen, die rauhe Zunge, der runzliche, knorplichte Gaumen, die breiten Schneidezähne machen den Ochsen, den Hirsch, das Pferd, das Schaf zum Abweiden von Futterkräutern geschickt, und setzen sie in den Stand, bald ein Maul voll auf einmal zu nehmen, wenn das Gras lang wächst, was besonders beim Ochsen der Fall ist, bald es ganz kurz abzubeißen, wo es niedrig steht, worin namentlich Pferde und Schaafe überraschende Gewandheit besitzen. Der zurückweichende Unterkiefer des Schweins arbeitet im Boden, nachdem der vorstehende Rüssel gleich einem Spaten oder einer Pflugschar den Weg zu den Wurzeln gebahnt hat, von denen es sich nährt.

Bei den Vögeln tritt dieses Organ sowohl nach Materie als Form ganz verschieden auf, ist aber in beiden Beziehungen

den Bedürfnissen und der besondern Lebensart dieser Thierfamilie wundervoll angepaßt. Wir sehen hier keine fleischigten Lippen, keine mit Schmelz überzogenen Zähne mehr; an ihre Stelle tritt und ihre Funktion übernimmt eine harte Substanz, von derselben Art wie jene, aus welcher die Nägel, Klauen und Hufe der vierfüßigen Thiere gebildet sind, eigenthümlich geformt und zu den ihr obliegenden Verrichtungen mechanisch ausgerüstet. Die scharfe Schneide und harte Spitze des Sperlingschnabels pickt beinahe alle Samen aus ihren Hüllen an der Pflanze, und nicht nur dies, er hülst sie aus, er zerbricht die Schaalen, um zum Kern zu gelangen. Der krumme Schnabel der Falken schält mit einer Genauigkeit, wie es nur das Messer eines Anatomen vermöchte, das Fleisch von den Knochen der Thiere, die sie verzehren. Bei einigen Vögeln sehen wir einen Kreuzschnabel, wobei sowohl der untere als der obere Theil gekrümmt ist und die Spitzen sich kreuzen. Der löffelförmige Schnabel setzt die Gans in Stand, ihre Nahrung vom Grunde der Teiche heraufzuholen, oder sie aus den weichen und flüssigen Substanzen, mit denen sie vermischt ist, herauszusuchen. Der lange, schmal zulaufende Schnabel der Schnepfe dringt tief in feuchte Erde, denn dort hält sich die Beute dieses Vogelgeschlechts auf. Gerade solch ein Werkzeug brauchte das Thier: nicht kraftvoll durfte sein Schnabel seyn, dies wäre sowohl mit dem schlanken Hals des Thiers unvereinbar, als bei der Art seiner Nahrung unnöthig gewesen, aber lang mußte er seyn, um seine Beute zu erreichen. *

Die Schnabelform derjenigen Vögel, die ihre Nahrung schlürfen, verdient wegen der zweckmäßigen Einrichtung

---

* Wo sich eigenthümliche Werkzeuge finden, da darf man auch, wie wir oben andeuteten, einen eigenthümlichen Instinkt und entsprechende Muskelkraft erwarten. Wie ein Thier, das mit Hörnern versehen ist, einen kräftigen Hals hat, so besitzt auch der Hals des Reihers, den wir hier als Beispiel anführen, ungewöhnliche Muskelkraft, ohne welche ihm in der That der lange und scharfe Schnabel zu nichts nützte. Wenn sich der Hund dem verwundeten Reiher

näher beschrieben zu werden. Es sind dies sogenannte gezahnte Schnäbel; die innere Seite gegen den Rand zu ist dicht mit parallelen oder concentrischen Reihen kurzer, starker und spitziger Erhabenheiten besetzt. Diese sogenannten Zähne dienen nicht wie die Zähne der vierfüßigen Thiere zum Kauen, noch auch, wie bei den Fischen, zum Ergreifen und Festhalten der Beute, sondern zu etwas ganz Anderm: sie bilden eine Art Filtrirmaschine oder einen Seiher. Durch diesen

---

nähert, so legt sich der Vogel auf seinen Rücken, schlägt seinen langen Hals zurück, und schnellt ihn plötzlich mit solcher Gewalt gegen den Hund, daß der Schnabel tief in den Leib desselben eindringt. Hält man dem Vogel einen Hut hin, so schlägt er ihn mit dem Schnabel ganz durch. Wenn beim Kampf mit dem Falken der letztere gespießt wird, so spießt sich nicht etwa der Falke selbst, weil er so schnell herabstürzt, sondern es ist eigene Kraftäußerung des Reihers. Beim Schnabel des Papageien und aller Vögel, welche Obstkerne, Nüsse, überhaupt harte Samen aufpicken, hat die Kraft eine andere Richtung. Er ist auch gebogen, hat aber doch eine ganz andere Form als der Schnabel fleischfressender Vögel. Er ist einmal darauf berechnet, daß die Spitze in vertikaler Richtung spielt, wodurch er, da er vorne durch mehrere Schichten von Hornsubstanz verstärkt ist, harte Substanzen zerbrechen kann; zweitens darauf, daß die Nuß oder der Samen so nah als möglich gegen das Gelenk des Kinnbackens gerückt werden kann, was denselben Vortheil gibt, wie wenn wir eine Nuß nahe an das Gelenk des Nußknackers schieben.

Einen Nachtheil würde diese Form, bei der Kürze des Schnabels haben, den nämlich, daß sich die Kinnladen nicht weit genug öffnen könnten, um größere Samenkörner zu fassen; dem ist aber dadurch abgeholfen, daß die obere Kinnlade so gut als die untere beweglich ist, ein Umstand, welcher der Aufmerksamkeit unsers Verfassers nicht entging.

Die Form des Schnabels beim Kreuzschnabel, dessen er erwähnt, erscheint als eine Mißbildung, erweist sich aber als höchst zweckmäßig. Er hat nicht die Bestimmung, Samenkörner zu zermalmen, sondern vielmehr sie nur zu spalten und Tannzapfen aufzureißen.

Eine der seltsamsten Bildungen findet sich am Schnabel der Seekrähe. Die Kinnladen erscheinen als einfache, plattgedrückte Blätter, und die untere springt über die obere vor; der Vogel streicht leicht über das Wasser hin, taucht seinen Schnabel unter, und hat an ihm das trefflichste Werkzeug, seine Beute aufzubringen.

Seiher schüttelt die Ente den Schlamm, indem sie jede Pfütze, jedes Gemengsel, das etwa Nahrung für sie enthalten könnte, genau untersucht, und die Operation geht folgendermaßen vor sich: das Thier zieht die flüssigen oder halbflüssigen Stoffe, in die es seinen Schnabel gesteckt hat, mittelst des Zurückziehens des Athems durch die engen Räume zwischen jenen Zähne, faßt, während der Strom durch den Schnabel läuft, das, was ihm annehmbar däucht, und gibt das Uebrige wieder von sich. Vergegenwärtigt man sich den Zweck, aus einer Masse zusammengeworfener, heterogener Substanzen die dem Thiere nützlichen auszuscheiden, oder vielmehr das Thier selbst zu Ausscheidung des ihm dienlichen zu befähigen, so konnte ihm wohl kein kunstreicheres, hiezu tauglicheres Werkzeug gegeben werden, als dieser natürliche Seiher. Man hat auch darauf aufmerksam gemacht, daß starke Nerven in die Schnäbel dieser Vogelgattung verlaufen, daß sie durchaus einen häutigen Ueberzug haben, und daß die Nerven sich bis zur äußersten Spitze des Schnabels hinerstrecken. Dadurch muß einerseits das Unterscheidungsvermögen des Vogels geschärft, andernseits sein Behagen vermehrt werden. Bei dem Brachvogel und der Schnepfe streichen drei Nervenpaare, dem Sehnerven an Dicke beinahe gleich, zuerst an der Decke des Mundes hin, und dann entlang der obern Kinnlade bis zur Spitze des langen Schnabels. *

Wir nehmen jedoch den Faden unserer eigentlichen Betrachtung wieder auf. Die Aehnlichkeit zwischen den Schnäbeln der Vögel und dem Maule der vierfüßigen Thiere ist von der Art, wie wir sie zur Unterstützung unseres Beweises nur wünschen können; sie ist nahe genug, um immer noch einen und denselben Plan erkennen lassen, und zugleich fern genug, um die Annahme auszuschließen, als ob die Verschiedenheit etwa durch Gewohnheit und Uebung entstanden sey.

---

* Es sind dies Zweige des fünften Kopfnervenpaars, welches allein unter den neun Nerven des Gehirns als nächstes Organ des Tastsinns dient.

Ein vorspringendes Maul, ein weiter Rachen mochten immerhin durch lange fortgesetzte, in Einer Richtung wirkende Thätigkeit im Schooße eines Thiergeschlechts noch vorspringender, noch weiter werden: aber durch welcherlei Wirkung, durch welcherlei Thätigkeit sollen wir der Lippen, des Zahnfleisches, der Zähne los werden, und dafür hornene Zangen bekommen? Welche Gewohnheit vermöchte zuletzt nicht bloß die Gestalt eines Theils, sondern auch den Stoff, aus welchem er gemacht ist, zu ändern?

Nein, wenn wir nie andere Mundformen, als wie die vierfüßigen Thiere sie haben, gesehen hätten, so möchten wir weitere Formen für gar nicht möglich gehalten haben. Wir hätten es uns nie einfallen lassen, daß alle die Zwecke, die durch einen mit Lippen und Zähnen versehenen Mund erreicht werden, auch durch ein Werkzeug erreicht werden können, dem all dies fehlt.

Alles am thierischen Mund ist mechanisch. Die Zähne der Fische haben rückwärts gekehrte Spitzen, wie die Zähne einer Wollkardätsche. Die Zähne der Meerkrebse greifen ineinander wie die zwei Blätter einer Scheere. Bei vielen Insekten stellt der Mund eine Pumpe oder Saugröhre vor, die an ihrem Ende manchmal mit einer Art Drillbohrer, manchmal mit einer Zange versehen ist. Diese Verbindung einer Röhre mit einer scharfen Spitze setzt das Insekt in den Stand, zuerst die Haut seiner Beute zu durchbohren, und dann ihren Saft auszusaugen. Das Außerordentlichste aber ist, daß eine gewisse Art von Mund sich im selben Thier nach Erforderniß der Umstände in eine andere Art verwandelt. Eine Raupe könnte nicht leben ohne Zähne; dem Schmetterling, der aus der Raupe hervorgeht, wären sie zu nichts nütze; die alten Zähne werden daher sammt der Larvenhaut abgelegt, und ein neuer, ganz verschiedener Apparat nimmt beim Schmetterling ihre Stelle ein.

Bei all diesen Metamorphosen vergessen wir manchmal, daß es immer der thierische Mund bleibt, daß Lippe, Zahn, Schnabel, Scheere und Pumpe nur Formwechsel desselben

organischen Apparats sind, und dabei ist noch merkwürdig, daß bei all den sehr bedeutenden Umwandlungen die Organe des Geschmacks und Geruchs immer neben einander liegen.

III. Der Mund führt durch die Speiseröhre zu den Eingeweiden. So sehr auch in dieser Beziehung der Bau des Menschen mit dem der Säugethiere übereinstimmt, so fehlt es doch nicht an bezeichnenden Verschiedenheiten. Die valvulæ conniventes, oder die sogenannten halbmondförmigen Klappen, die wir in den menschlichen Eingeweiden finden, fehlen bei den Thieren. Es sind dies Falten, die aus der innersten Haut der Gedärme gebildet sind, und einen langsamern Durchgang der Nahrung durch den Darmkanal bewirken. Man sieht leicht ein, wie viel nothwendiger eine solche Vorrichtung für ein aufrechtes Geschöpf als für ein vierfüßiges Thier ist, da beim erstern die natürliche Schwere der Nahrungsstoffe mit der Thätigkeit der Gedärme zusammenwirkt, während beim vierfüßigen Thier das eingenommene Futter durchaus einen nahezu horizontalen Weg zurückzulegen hat. Es ist unmöglich, für diesen Unterschied im innern Bau einen andern Grund anzugeben, als eine intelligente Endursache.

Daß hinsichtlich der Länge der Eingeweide eine große Verschiedenheit zwischen fleisch- und zwischen grasfressenden Thieren statt findet, haben wir schon bei einer frühern Gelegenheit bemerkt. Die kürzesten Eingeweide finden sich, meines Wissens, bei manchen Raubvögeln, deren Gedärm nicht viel mehr ist, als ein gerader vom Munde zum After gehender Kanal. Die längsten Eingeweide trifft man beim Hirschgeschlechte. Das Gedärm eines kanadischen Hirsches, der vier Fuß hoch war, maaß sechsundneunzig Fuß. Das Gedärm eines Schafs maß dreißig mal die Länge seines Körpers. Der Darmkanal einer wilden Katze ist nur drei mal länger als der Körper. Ueberall, wo die Substanz, von welcher sich ein Thier nährt, eine längere Zeit zur Verdauung erfordert, oder schwieriger in Chylus zu verwandeln ist, da geht auch der Durchzug der Speisen durch den Körper

langsam und auf Umwegen vor sich, damit es zur Umwandlung und gehörigen Auflösung nicht an Zeit und Raum gebreche. Wo aber die Nahrungsstoffe schnell zersetzbar, oder wo sie schon zum voraus halb assimilirt sind, da ist unnöthiger, vielleicht schädlicher Aufenthalt vermieden, und der Durchgang ist kürzer und rascher.

IV. Vergleichen wir die Knochen der verschiedenen Thiere, so muß uns bei den Knochen der Vögel eine Eigenthümlichkeit in die Augen fallen, die ihnen nur durch die Weisheit eines intelligenten Schöpfers zukommen konnte. Die Knochen eines Thieres, das zum Fliegen bestimmt ist, mußten zwei Eigenschaften haben: Stärke und Leichtigkeit. Wie unterscheiden sich nun die Knochen der Vögel (ich spreche hier von den cylindrischen Knochen der Extremitäten) in diesen Beziehungen von den Knochen der vierfüßigen Thiere? In drei Rücksichten: einmal sind die Höhlungen der Vogelknochen im Verhältniß zum allgemeinen Gewicht derselben viel bedeutender, als bei vierfüßigen Thieren; zweitens sind diese Höhlen leer; drittens ist die Knochenröhre selbst von festeren Gewebe, als sonstige Knochensubstanz. Alles dies läßt sich schon am Schenkel oder Flügel eines Huhns beobachten. Bei gleichem Gewicht ist nun offenbar der Durchmesser eines hohlen Knochens größer als der eines soliden, und mit dem Durchmesser nimmt, nach mathematischen Grundsätzen, **ceteris paribus**, die Stärke des Cylinders, seine Tragkraft zu. Kurz: ein Knochen von demselben Gewichte wäre unter jeder andern Form nicht so stark gewesen, wäre er aber schwerer gemacht worden, so hätte dies den Vogel im Fliegen benachtheiligt. Und diese so ganz geeignete Form konnte doch wohl nicht durch die Thätigkeit des Organs sich bilden, der Knochen konnte doch wohl nicht durch Uebung diese Röhrenform erhalten? Wo wäre denn der Trieb, der einen Knochen auszuhöhlen vermag?

V. Die Lunge der Vögel zeigt der der Säugethiere gegenüber eine Einrichtung, die augenscheinlich gleichfalls

darauf berechnet ist, das befiederte Geschlecht leichter zu machen. Sie besteht in einer (bei andern Thiergeschlechtern nicht vorkommenden) Verbindung zwischen den Luftgefäßen der Lunge und den Höhlen des Körpers, so daß das Thier, willkührlich wie es scheint, erforderlichen Falls die Luft aus jener in diese treiben, somit seinen Körper aufblasen und sein spezifisches Gewicht vermindern kann. *

VI. Alle Vögel pflanzen sich durch Eier fort. Dadurch geht das Geschäft der Bildung des Jungen mit möglichst geringer Vermehrung des Körpergewichts des Vogels vor sich. Eine schwangere Gebärmutter wäre für einen Vogel beim Fluge eine sehr lästige Bürde gewesen. Der Hauptvortheil beim Eierlegen besteht in dieser Beziehung darin, daß zwar die ganze Brut zumal ausgebrütet wird, die Eier aber nur einzeln, in bedeutenden Intervallen gelegt werden. In einem einzigen Nest können zehn, fünfzehn, ja zwanzig junge Vögel aufgezogen werden, und doch ist die Mutter zu einer und derselben Zeit nie mehr als mit Einem reifen Ei beschwert. **

VII. Einen Hauptpunkt der Vergleichung zwischen verschiedenen Thierfamilien bieten ihre Bewegungsorgane. Wir beobachten drei Hauptklassen derselben: Füße, Flügel, Floßen. Ich fordere Jeden auf, mir anzugeben, welche von diesen drei Arten am besten für ihren Zweck eingerichtet ist, oder wenn er dies nicht vermag, das Geständniß abzulegen, daß sich dieselbe vollendete Kunst in allen dreien offenbart. Die Elemente, in welchen die Thiere ihre Bewegungen auszuführen haben, sind von sehr verschiedener Art; nach der

---

* Ueber diesen Gegenstand finden sich einige Bemerkungen im Anhange unter der Ueberschrift: „Verhältniß des Vogelkörpers zur Atmosphäre.“

** Man hat beobachtet, daß Raubvögel, die sich voll gefressen haben, manchmal nicht im Stande sind, aufzufliegen; dies ist ein hinreichender Beweis, daß die Bürde einer Nachkommenschaft ihnen das Fliegen unmöglich gemacht haben würde.

Verschiedenheit des Elementes aber muß sich nothwendig die Bewegung richten. Der Schöpfer hatte daher, so zu sagen, für mancherlei Lagen und gegen verschiedenartige Schwierigkeiten seine Vorkehrungen zu treffen, erreichte aber seinen Zweck im einen Falle nicht minder vollkommen als im andern. Was nun zunächst die Flügel der Vögel und die denselben entsprechenden Beine der vierfüßigen Thiere betrifft, so ward der Zweck erreicht ohne Abweichung vom allgemeinen Plan. Der Plan wurde nur modificirt, nicht aufgegeben. Man streife an einem Flügel die Federn ab, und man wird eine auffallende Aehnlichkeit zwischen dem Flügel eines Vogels und dem vordern Gliede eines vierfüßigen Thieres finden. Die Gelenke an der Schulter und am Ellbogen sind bei beiden beinahe gleich; noch größer ist aber die Aehnlichkeit darin, daß bei Vögeln wie bei vierfüßigen Thieren der obere Theil des Gliedes aus Einem Knochen, der untere aus zwei Knochen besteht.

Aber mit seiner Hülle von Federn verschiedener Art erscheint der Flügel als ein wundervolles Werkzeug, dessen Bau noch viel kunstreicher ist, als man beim ersten Anblick meinen sollte; wenigstens ist seine Funktion, das Fliegen, ein weit complicirteres, merkwürdigeres Ding, als man gemeiniglich glaubt. Wäre der Flügelschlag nichts weiter als eine abwechslungsweise gerade auf und niederwärts, oder unter irgend einem Winkel schief gehende Bewegung derselben Fläche, so müßte der Vogel nothwendig durch die eine Bewegung wieder verlieren, was er durch die andere gewonnen. Durch eine solche Bewegung vermöchte sich die Lerche nie in die Lüfte zu schwingen; denn wenn auch der Druck, den sie mit der untern Fläche ihres Flügels auf die Luft ausübt, sie höbe, so müßte der Druck der obern Fläche gegen die Luft beim zweiten Flügelschlag sie ebensoviel wieder herunterbringen. Um sich daher den Vortheil, den der Vogel aus seinen Flügeln zieht, zu erklären, muß man nothwendig annehmen, die Fläche des Flügels sey kleiner, während sich derselbe in die Höhe bewegt, er habe dagegen seine volle Ausbreitung, wenn er

auf die Luft abwärts drückt, um durch den Widerstand dieses Elements den Körper in die Höhe zu heben. Der ganze Bau des Flügels, seine Wölbung nach oben, die Lagerung und namentlich das Uebereinandergreifen der größern Federn, die Thätigkeit der Muskeln und Gelenke des Fittichs, Alles dies wirkt nun zu jenem nothwendigen Wechsel der Form und der Dimensionen zusammen. Namentlich schwingen sich die größern Federn des Flügels in einem halben Kreisbogen dergestalt, daß sie die Luft mit ihrer flachen Seite peitschen, nach dem Schlage aber sich mit der schmalen Kante wieder erheben. Das Drehen des Ruders im Augenblick, wo der Ruderer seine Hand vorwärts bewegt, um einen neuen Schlag zu thun, ist eine ähnliche Operation, wie der Flügelschlag. Die großen Federn des Schwanzes haben, so viel ich weiß, diese Art von Bewegung nicht. Die Flügel sind ferner so an den Körper angesetzt, daß sie nicht senkrecht abwärts, sondern in schiefer Richtung gegen den Schwanz streichen; und durch diese Bewegung wird nach den allgemeinen Gesetzen der Mechanik zweierlei bewirkt: der Körper wird dadurch sowohl in der Luft erhalten, als vorwärts getrieben. Das Steuern des Vogels während des Flugs wird zum Theil durch die Flügel, hauptsächlich aber durch den Schwanz bewirkt, und hinsichtlich dieses Punktes treffen wir auf einen bemerkenswerthen Umstand. Vögel mit langen Beinen haben kurze Schwänze; wenn sie fliegen, so legen sie ihre Beine hart an den Körper an und strecken sie, so weit sie können, hinten hinaus. In dieser Lage reichen die Füße über den Rumpf hinaus und dienen als Steuerruder, wozu der zu kurze Schwanz nicht taugt.

Von den Flügeln der Vögel ergibt sich der Uebergang zu den Finnen oder Floßen der Fische von selbst. Flügel wie Floßen sind für die beiderseitigen Thierklassen Bewegungsorgane; allein zwischen beiden Organen ist ein bedeutender Unterschied, weil sie ihre Aufgabe unter sehr ungleichen Umständen zu lösen haben. Die Fische haben, zum großen Unterschied von den Vögeln, so ziemlich dasselbe spezifische

Gewicht wie das Element, in dem sie sich bewegen. Bei ihnen war daher wenig oder gar kein Gewicht zu heben; hier brauchte es bloß eine Kraft, die hinreichte, den Körper durch ein Widerstand leistendes Medium zu bewegen, ihn in seiner Lage zu erhalten, sein Gleichgewicht zu behaupten oder herzustellen; denn der Körper ist am Unstetesten, der keinen natürlichen Zug nach unten hat. Zu diesen Diensten sind die Floßen, obgleich viel kleiner als Flügel, dennoch gerade so groß, als nothwendig ist; ihre Thätigkeit ist rein mechanisch, und ihre Lage, und die Muskeln, durch welche sie bewegt werden, sind dem Zwecke vollkommen angemessen. Folgende kurze Notizen über Versuche, die mit Fischen angestellt wurden, um sich von der Verrichtung ihrer Floßen zu überzeugen, werden am besten diese Behauptungen bestätigen. Bei den meisten Fischen finden wir außer der großen Schwanzfloße zwei Floßenpaare an den Seiten, zwei einzelne Flossen auf dem Rücken und eine am Bauche, oder vielmehr zwischen dem Bauche und dem Schwanze. Daß diese Organe den Körper im Gleichgewicht halten, wurde nun folgendermaßen bewiesen. Schneidet man einem Fische mit großem Kopfe die unmittelbar hinter den Kiemen liegenden Brustfloßen ab, so sinkt der Kopf gerade abwärts gegen den Grund; schneidet man ihm bloß die rechte Brustfloße weg, so neigt sich der Fisch auf diese Seite; nimmt man ihm auch noch die Bauchfloße auf der nämlichen Seite, so verliert er das Gleichgewicht ganz und gar. Werden ihm die Rücken- und Bauchfloßen abgeschnitten, so taumelt er herüber und hinüber. Stirbt der Fisch und hören die Floßen auf zu spielen, so kommt der Bauch aufwärts zu liegen. Ihre Funktion als Bewegungswerkzeuge ergibt sich aus folgenden Beobachtungen an schwimmenden Fischen: Die Brust- und noch mehr die Bauchfloßen dienen dazu, den Fisch im Wasser herauf und hinab zu bringen; will er rückwärts schwimmen, so bewirkt er dies durch einen einzigen Schlag vorwärts mit der Brustfloße; will er sich rechts oder links umdrehen, so braucht es dazu nur einen einzigen Schlag des Schwanzes

auf die entgegengesetzte Seite; schlägt der Schwanz herüber und hinüber, so bewirkt der Doppelschlag die Bewegung vorwärts, und erlaubt dem Fisch, mit außerordentlicher Geschwindigkeit gerade aus zu schießen. Diese Organe der Fische vermitteln auf diese Weise häufig die schnellsten, immer aber die zierlichsten, geschmeidigsten, flinksten aller thierischen Bewegungen. Wird dem Fisch der Schwanz abgeschnitten, so verliert er alle Bewegung, und überläßt sich völlig dem Zuge des Wassers. Die übrigen Floßen scheinen daher, was Bewegung betrifft, dem Schwanz gegenüber eine nur untergeordnete Rolle zu spielen. Vom mechanischen Gesichtspunkte betrachtet, mag die Afterfloße den Kiel vorstellen, die Bauchfloßen die Stützen, die Brustfloßen die Ruder, und bei dieser Aehnlichkeit zwischen den Theilen eines Boots und denen eines Fisches ist nicht von Nachahmung die Rede, sondern es wurden nur ähnliche mechanische Mittel zu gleichem Zwecke angewendet.

Wir sehen, daß der Schwanz bei den Fischen das Hauptwerkzeug der Bewegung ist. Bei den äußerlich fischähnlichen Wassersäugethieren (als deren Typus der Wallfisch gelten kann), welche alle paar Minuten an die Wasserfläche herauf müssen, um Luft zu schöpfen, liegt der Schwanz, gerade umgekehrt wie bei den Fischen, horizontal. Die Richtung seines Schlages ist also senkrecht auf den Horizont, wodurch das Thier naturgemäß im Wasser auf oder absteigt. *

---

* Die Bewegung und das Balanciren der Fische im Wasser hat einige unserer größten Naturforscher, z. B. Galileo und Borelli beschäftigt. Man hat berechnet, daß die Fische sich durch ein Medium bewegen, das einen neunhundertmal größern Widerstand leistet, als die Atmosphäre. Natürlich widersteht dasselbe nicht bloß ihrer Weiterbewegung, sondern auch der Bewegung ihres Schwanzes und der Floßen, vermittelst deren die Weiterbewegung erst möglich wird. Vergleichen wir den Fischschwanz in Hinsicht auf Breite, Muskelbau und Stärke mit den Floßen, so überzeugen wir uns, daß der Schwanz das Hauptwerkzeug der Bewegung ist; wenn die Forelle durch das Wasser schießt, so legen sich durch die Heftigkeit der Bewegung die

Wir haben die Vergleichung der Bewegungsorgane nur durch die ersten großen Abtheilungen des Thierreichs: Säugethiere

---

Floßen dicht an ihren Körper an. Allein die Floßen lenken den Körper, und namentlich geben die Brustfloßen, die den Kopf auf- oder abwärts bewegen, dem ganzen, vom Schwanze vorwärts getriebenen Körper, seine Richtung. Auch halten ihn die Seiten- und namentlich die Brustfloßen in der rechten Lage im Wasser; ohne das Zusammenwirken derselben mit dem Schwanze würde er sich gerade so bewegen, wie ein Boot, das nur mit Einem Ruder am Hintertheil gerudert wird. Da die Verdauung der Fische, so gut wie die anderer Thiere, mit Luftentwicklung verbunden ist, und die Eingeweide unterhalb des Mittelpunkts ihres Körpers liegen, so würde derselbe auf den Rücken zu liegen kommen (wie es bei todten Fischen wirklich der Fall ist), wenn nicht die Thätigkeit der Seitenfloßen es verhinderte. Schwanz und Floßen sind die Bewegungsorgane; aber gerechte Bewunderung erregt die unaufhörliche Thätigkeit ihrer Muskeln. Wenn sich ein Fisch stromabwärts bewegt, so muß er sich schneller bewegen als das Wasser selbst, weil ihm sonst das Wasser unter die Oeffnung der Kiemen geräth und ihn zu ersticken droht. Er ruht daher immerwährend mit dem Kopfe gegen den Strom. Man kann Forellen Stundenlang unverrückt in dieser Lage sehen, während das Wasser über und an ihnen vorbeizieht; ja es scheint, sie können Tag und Nacht so bleiben. Beim Fang des Salms wirft man die Angel in den Strudel mitten im Strom, und hier kommt der Fisch herauf an Stellen, wo Männer, die sich auf Stangen stützen oder einander bei den Armen fassen, sich nicht auf den Füßen zu halten vermögen. Die Schnellkraft des Salms ist außerordentlich. Er vermag dicht unter dem Wasserfall und gegen den Strom sich mehrere Ellen weit fort zu schnellen, und sich sechs bis acht Fuß über den Strudel zu erheben, und durch das Brausen des Wassers hört man, wie er gegen den Felsen anschlägt, als ob man in die Hände klatschte. Findet er für den Augenblick einen Zufluchtsort unter dem überhängenden Gestein, so bleibt er zuckend liegen und bereitet sich zu einem neuen Sprung vor, bis er endlich die Höhe des Wasserfalls erreicht. Dies beweist nicht nur die ungemeine Kraft der Muskeln und die Elastizität der Knochen, sondern auch die Stärke seines Instinkts, der ihn antreibt, seichtes Wasser zu suchen, um seine Eier zu legen.

Das Meerschwein schwimmt beständig rings um ein Schiff herum, das vierzehn Meilen in der Stunde segelt; und dies ist so erstaunlich, als wenn eine Fliege eine ganze Station lang um das Ohr eines Pferdes herumfliegt.

Vögel, Fische, verfolgt. Wäre es unsere Absicht, die Vergleichung noch weiter auszudehnen, so würden wir in der Klasse der Vögel die Schwimmfüße der Wasservögel zuerst hervorheben. Dies ist ein Beispiel, das jedem Kinde deutlich gemacht werden kann. Den Nutzen der Schwimmhaut für den Wasservogel, die Nutzlosigkeit derselben für den Landvogel fallen so in die Augen, daß es unmöglich ist, den Unterschied zu bemerken, ohne zugleich die zu Grund liegende Absicht anzuerkennen. Ich möchte wohl wissen, wie diejenigen, welche die Thätigkeit eines intelligenten Schöpfers läugnen, diesen Fall erklären. In der Bewegung des Schwimmens, die ein Wasservogel auf der Wasserfläche ausführt, liegt doch an und für sich nichts, was eine Haut zwischen den Zehen erzeugen könnte, denn das stete Geschäft dieser Membran besteht ja darin, Widerstand zu leisten. Ich kann mir nur die Voraussetzung denken, Anfangs seyen alle Vögel Wasservögel, sämmtlich mit Schwimmfüßen versehen gewesen; Sperlinge, Habichte, Hänflinge und andere Vögel, die auf dem Lande leben, haben im Verlauf der Zeit und in einer Reihenfolge von Generationen, diesen Theil durch das Auftreten auf festem Boden abgerieben. Und dabei wäre erst noch eingestanden, daß wenigstens zu Anfang der Bau des Vogelfußes seiner ursprünglichen Bestimmung ganz angemessen war! Von den Schwimmfüßen der Amphibien, der Seehunde, Fischottern und dergleichen gilt ganz dasselbe.

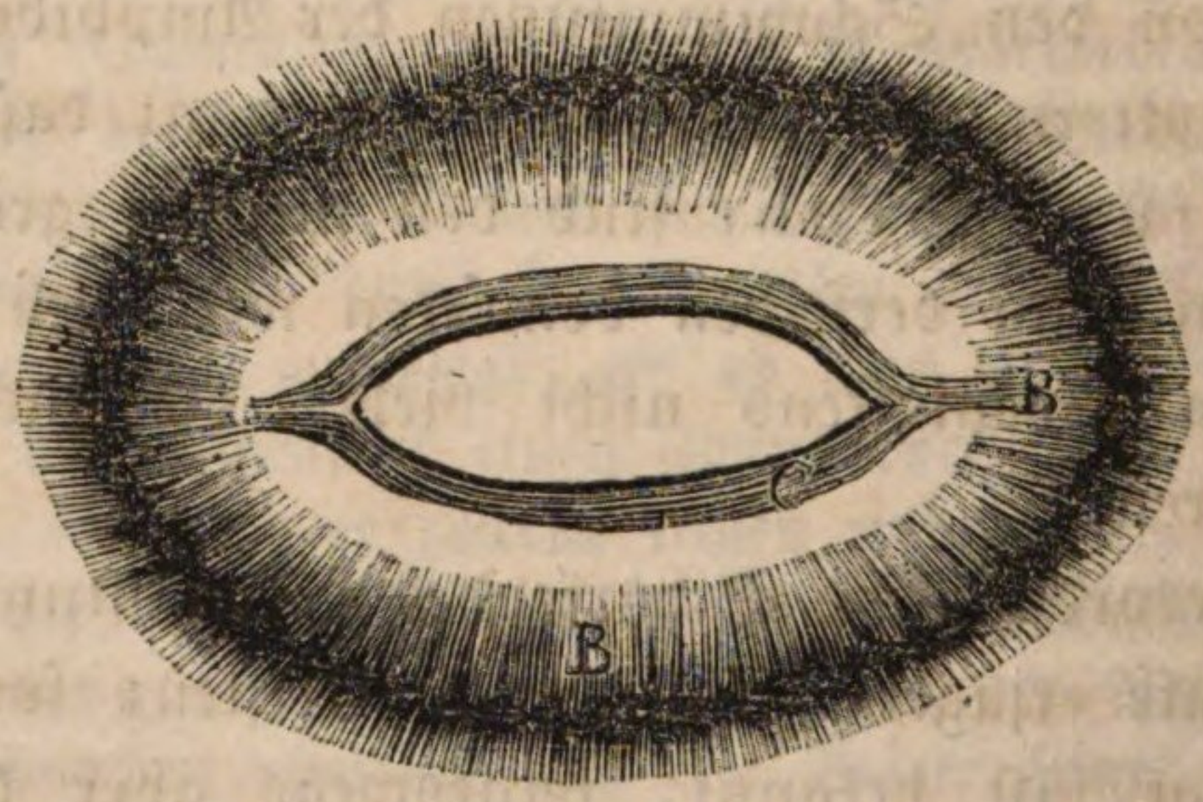
IX. Die fünf Sinne sind den meisten größern Thieren gemein. Im Bau derselben bemerken wir auch wenige Verschiedenheiten, wenigstens nicht viele, die ins mechanische Gebiet gehören.

Die außerordentliche Schärfe des Geruchsinns bei Thieren, die ihre Beute erjagen, und deren Existenz somit von ihrer Nase abhängt, ist bekannt, keineswegs aber das organische Moment, das diese Schärfe des Sinnes bedingt.

Das äussere Ohr kehrt bei Raubthieren, z. B. beim Löwen, Tiger, Wolfe, seine Muschel oder seine hohle Seite nach vorne, damit es leicht die Töne auffasse, die von vorne,

d. h. von den Thieren herkommen, auf die sie Jagd machen, oder die sie beschleichen. Bei scheuen, flüchtigen Thieren dagegen sind die Ohren nach hinten gekehrt, damit sie von dem von hinten anrückenden Feind alsbaldige Kunde erhalten und sich ungesehen aus dem Staube machen können.

Die Augen der Thiere, die ihre Beute bei Nacht verfolgen, z. B. der Katzen, Eulen und dergl. besitzen eine Eigenschaft, die andern Arten nicht zukommt, nämlich das Vermögen, die Pupille gänzlich zu schließen. Die Absicht dabei scheint folgende: Thiere der Art mußten Gegenstände auch bei sehr schwachem Licht unterscheiden können. Dies ist nur möglich, wenn die Retina oder Nervenhaut einen hohen Grad von Sensibilität besitzt, und schon vom schwächsten Reize einen Eindruck erhält. Bei solch großer Reizbarkeit wird nun aber auch die Retina von jedem stärkern Licht, das auf sie trifft, schmerzlich berührt. Daher wurde bei solchen Thieren die Zusammenziehbarkeit der Pupille in solchem Grade vermehrt, daß sie im Stande sind, die Oeffnung gänzlich zu schließen, womit die Fähigkeit, sie in jedem Grade zu verengern, von selbst gegeben ist; in Folge hievon dringt jederzeit gerade nur so viel Licht in das Auge, daß es nicht dadurch leidet.



Diese Figur stellt die Iris eines Löwen vor. **BB** sind die geraden oder konvergirenden Fasern; **C** die Fasern, welche den innern Rand der Iris einschließen.

Auch die Form und manche andere Eigenthümlichkeiten der Pupille scheinen auf die Bedürfnisse verschiedener Thiere berechnet zu seyn. Bei Pferden, Ochsen, Ziegen, Schafen ist die Pupille elliptisch, wobei die lange Axe der Ellipse horizontal liegt. Ob nun gleich das Auge dieser Thiere an der Seite ihres Kopfes angebracht ist, so fängt es doch bei der Verlängerung der Pupille nach vorne die Lichtstrahlen auf, die von Gegenständen ausgehen, welche unmittelbar vor dem Gesichte des Thiers liegen.

Dreizehntes Kapitel.

Eigenthümliche Organisationen.

Ich glaube, alle die Fälle, die ich unter obigem Titel begreife, hätten füglich, ohne den technischen Sprachgebrauch zu verletzen, im Kapitel von der vergleichenden Anatomie ihre Stelle finden können. Allein der Begriff, den man mit letzterem Ausdruck verbindet, scheint mir hier nicht zu passen; denn es ist doch wohl nicht ganz consequent, etwas einen Gegenstand der vergleichenden Anatomie zu nennen, womit in der That nichts zu vergleichen ist, eine Bildung, die man bei einem Thiere beobachtet und der bei keinem andern etwas eigentlich entspricht. Dieser Art sind die Beispiele, die ich im gegenwärtigen Kapitel aufzuführen gedenke. Der Leser wird bemerken, daß, obwohl einige dieser Beispiele zu den stärksten Beweisen gehören, die überhaupt in diesem Werke beigebracht werden, sie der Natur der Sache nach mehr vereinzelt erschienen. Um jedoch einigermaßen Ordnung in dieselben zu bringen, will ich zuerst die Eigenthümlichkeiten aufzählen, die Vierfüßern, Vögeln und Fischen als solchen, oder vielen Arten dieser Thierklassen angehören, und hierauf solche folgen lassen, die nur bei der einen oder andern Species vorkommen.

1. Entlang jeder Seite des Halses läuft bei großen vierfüßigen Thieren ein derbes, dickes Band, welches die Fleischer Haarwachs genannt. Man kann keinen Rinderbraten

vom Halsstück zerschneiden, ohne mit dem Messer darauf zu stoßen. Es ist eine zähe, feste, sehnigte Substanz, die sich vom Kopf bis zur Mitte des Rückens hinzieht; ihre rein mechanische Funktion ist, den Kopf tragen zu helfen. Der Kopf eines Ochsen oder eines Pferdes ist eine schwere Masse, die am Ende eines langen Hebels und in einer mit den Gelenken des tragenden Halses fast senkrechten Richtung sich bewegt. Wären die Knochen des Halses nicht durch jenes kräftige Band unterstützt, so liefen sie beständig Gefahr, durch eine so schwere Masse, die dazu an langem Hebel so günstig hängt, verrenkt zu werden. Beim Menschen fehlt dieses Organ, weil bei der aufrechten Haltung des Kopfes, dessen Druck fast gerade in der Richtung des Rückgrats wirkt, die Verbindung der Wirbel auch ohne jenes Band gehörig gesichert ist. Diese Vorsichtsmaaßregel ist daher bloß bei den vierfüßigen Thieren angewendet: die Sorge des Schöpfers trat nur da ein, wo das Bedürfniß es erheischte. *

II. Das Fett, womit sich die Vögel die Federn putzen,

---

* Der Verfasser hat hier nicht ganz recht, indem sich der elastischen Bänder viele am menschlichen Rücken finden; namentlich zieht sich eine Reihe eigenthümlicher Bänder, die „ligamenta subflava," die in hohem Grade elastisch sind, längs des ganzen Rückgrats hin. Das ligamentum nuchæ läuft vom Dornfortsatz zwischen den Schultern zur hintern Seite des Kopfes. Wer beim Lesen den Kopf über sein Buch hineinhängt, genießt des Vortheiles dieser elastischen Stütze. Dieses Band bildet daher ganz wohl einen Gegenstand der vergleichenden Anatomie: von dem Bande an, welches den Kopf des Menschen stützt, bis zu jenem, das, der Feder einer Schnellwage gleich, das ungeheure Gewicht des Elephantenkopfs in der Schwebe hält, können wir es verfolgen, wie es bei den verschiedenen Thieren immer stärker und derber wird.

Diese elastischen Bänder modificiren sich je nach der Länge und Beweglichkeit des Halses. Es wäre ermüdend, die mannichfachen Formen derselben beim Kameel, der Giraffe, dem Strauß u. s. w. näher zu beschreiben. Wir begnügen uns daher mit Anführung der Thatsache, daß die elastischen Bänder in den thierischen Geweben mannichfache Anwendung finden und im Allgemeinen die Muskeln entweder unterstützen oder auch ersetzen.

und das Organ in welchem es erzeugt wird, ist etwas dem befiederten Geschlechte ganz Eigenthümliches. An jeder Seite des Steißes bemerkt man bei den Vögeln eine kleine Warze, die, wenn sie gedrückt wird, eine butteråhnliche Substanz von sich gibt. Der Vogel drückt sie aus, indem er die Drüse mit dem Schnabel kneipt, und mit diesem Fett putzt er nun sein Gewand auf, und wiederholt dies, so oft sein Gefühl ihn daran erinnert, daß irgend ein Theil des Einschmierens bedürfe, oder so oft die das Fett absondernde Drüse Stoff abgeben kann. Die Drüse selbst, die Warze daran, die Natur und Beschaffenheit des abgesonderten Fetts, die Art, wie der Vogel es aus seinem Behålter hervorholt, die Verwendung desselben, dies Alles verråth auf's Bestimmteste Absicht. In der ganzen unbefiederten Thierwelt findet sich nichts Aehnliches. Warum sollte der blinde Trieb, wenn er Solches im Vogel hervorrief, nicht auch in andern Thieren Aehnliches bewirken?

III. Die Schwimmblase der Fische ist ebenfalls ein offenbarer, direkter Beweis nicht nur von Plan und Kunst, sondern just von mechanischer Kunst. Sie ist ein åcht physikalischer Apparat im Körper eines Thiers, und das Prinzip dabei sowohl als seine Anwendung sind vollkommen klar. Die Bestimmung dieses Organs, den Fischkörper im Wasser schwimmend zu erhalten und ihn auch nach der Willkühr des Fisches heraufzubringen, ist durch unmittelbare Beobachtung erwiesen. Ist die Blase zersprungen, so kriecht der Fisch auf dem Grunde; ferner kommen Flunder, Sohlen, Rochen und dergleichen Fische, denen diese Blase fehlt, nur selten und nur mit Anstrengung an die Oberfläche des Wassers. Die Art und Weise wie der Zweck erreicht wird ist eben so leicht zu erkennen. Das Erheben und Sinken eines Fisches im Wasser, so weit es nicht vom Ruderschlag der Floßen und des Schwanzes abhångt, wird einzig durch die specifische Schwere des Körpers bestimmt. Wird die im Körper des Fisches eingeschlossene Blase zusammengezogen, was der Fisch ohne Zweifel durch Muskelkraft zu thun vermag, so zieht sich zugleich auch die ganze Körpermasse zusammen. Das absolute

Gewicht des Fisches bleibt zwar hiedurch unverändert; die spezifische Schwere aber, und damit eben die zu Boden ziehende Kraft, wird vergrößert, und der Fisch sinkt. Wenn im Gegentheile in Folge der Erschlaffung der Muskeln die Elasticität der eingeschlossenen, eben noch zusammengepreßten Luft die Dimensionen der Blase wiederherstellt, so wird in gleichem Maaße der Zug abwärts schwächer, und schlägt zuletzt ganz in die entgegengesetzte Richtung um. Dies Alles reducirt sich auf die bekannten Eigenschaften schwimmender Körper; z. B. dem Tanz jener gläsernen Figuren, der sogenannten artesischen Teufelchen, in einer Wasserflasche liegt dasselbe Prinzip zu Grunde, und eine Tauchmaschine ließe sich darnach construiren; man brauchte nur innen ein Luftgefäß anzubringen, das durch seine Zusammenziehung den Umfang der Maschine verminderte, durch seine Ausdehnung ihn wieder vergrößerte und dadurch die Maschine selbst bald specifisch schwerer, bald specifisch leichter als das umgebende Wasser machte. Denken wir uns, dies werde ausgeführt und der Künstler verlange ein Patent für seine Erfindung, so könnten etwa die Inspektoren des Modells über den Nutzen und Werth des Kunstwerks verschiedener Ansicht seyn; aber gewiß käme es keinem in den Sinn, zu zweifeln, ob es überhaupt ein Kunstwerk sey. Nun wüßte ich keinen Grund, warum der Schluß bei einem Fisch nicht eben so richtig seyn sollte, als bei einer Maschine; warum der Beweis in einem Falle nicht ebenso bündig seyn sollte, als im andern.

Es verdiente näher untersucht zu werden, wenn anders die Lösung dieser Frage ins Gebiet des Möglichen gehört, wie sich im Körper eines Thiers, das beständig im Wasser lebt, eine solche Luftsammlung bildet. Wie dies nun auch geschieht, immer erscheint diese Luftbildung als ein Theil und vielleicht der interessanteste Theil der ganzen Vorrichtung. Bei Landthieren findet sich nichts, was mit dieser Luftblase Aehnlichkeit hätte, und der Aufenthalt im Wasser bedingt doch an sich keine Tendenz, einen mit Luft gefüllten Sack hervorzubringen. Nie kann von einer erworbenen Organisation weniger

die Rede seyn als hier.* — Dies sind Beispiele von der Vorsorge des Schöpfers aus den drei großen Abtheilungen der Thierwelt. An sie schließt sich, hinsichtlich der Allgemeinheit, der Giftzahn der Schlangen an, sofern er einer großen Thierfamilie, oder doch sehr vielen Arten derselben zukommt.

1. Der Giftzahn einer Viper ist ein schönes, merkwürdiges Stück mechanischer Arbeit. Es ist ein durchlöcherter Zahn, der an seiner Wurzel lose ist. In seinem ruhigen Zustande liegt er flach auf der Kinnlade, ist aber mit einem Muskel versehen, der ihn auf einen einzigen Ruck aufrichtet, als würde er an einem Faden rasch aufgezogen. Unter dem Zahne, hart an seiner Wurzel und in Verbindung mit der Röhre, liegt eine kleine Blase, die das Gift enthält. Ist der Zahn in die Höhe gehoben, so drückt sich mit dem Schließen der Kinnladen seine Wurzel gegen die unter ihm liegende Blase, und die Kraft dieses Drucks treibt die Flüssigkeit mit Gewalt durch die in der Mitte des Zahns befindliche Röhre. Hätte ein wirksamerer Apparat für den gedoppelten Zweck, zumal zu verwunden und zu vergiften, erfunden werden können? Obwohl

---

* Die Temperatur und der Druck der See ist je nach der Tiefe sehr verschieden, und nach dieser Verschiedenheit muß sich ohne Zweifel der Bau des Fisches und namentlich seine Bekleidung richten. Die Schwimmblase ist das Mittel, einen Fisch in der ihm angemessenen Tiefe zu erhalten, ohne daß es hiezu von seiner Seite einer Anstrengung bedürfte. Vom Druck befreit, dehnt sich die Luftblase mit solcher Gewalt aus, daß, wenn ein Fisch aus der untersten Tiefe der See heraufgebracht wird, sie seine Eingeweide zum Munde heraustreibt. Die Naturforscher haben übrigens den Ort, wo die Schwimmblase liegt, zu wenig beachtet. Sie liegt hart am Rückgrate, und scheint dadurch, daß sie über den Eingeweiden angebracht ist, der in denselben befindlichen Luft gewissermaßen das Gleichgewicht halten zu sollen. Die Wallfische verdanken ihre Schwimmfähigkeit der Menge von Thran, der unter der Haut, hauptsächlich unter der des Kopfes liegt. Diese Organisation befähigt sie, schnell aufzutauchen, um Luft zu schöpfen, sobald ihre Kräfte nachlassen. Aus eben dem Grunde, damit sie den Kopf über die Wasserfläche erheben können, ist ihr Schwanz horizontal.

dieser Zahn gleich den übrigen im Munde liegt, ist er doch so angebracht, daß er in seiner ruhigen Lage sich in das gewöhnliche Geschäft der Zähne bei Einnehmung der Nahrung nicht mischt. Man hat auch ferner beobachtet, daß die unschädlichen Schlangen, wie die schwarze Schlange, die Blindschleiche u. s. w. diese Giftzähne nicht haben, wohl aber Zähne von gleicher Größe, die, statt beweglich zu seyn, fest im Kiefer sitzen.

2. Das folgende Beispiel hat mit dem vorangegangenen das gemein, daß die fragliche Bildung ebenfalls mehreren verschiedenen Thierarten zukommt; ich meine den Sack der Beutelthiere. Auch dies ist im vollsten Sinne eine mechanische Vorrichtung. Eine Hautfalte unten am Bauche des Thiers bildet einen Sack, in welchem die frischgeworfenen Jungen nach der Geburt aufgenommen werden. In dieser Tasche sind ihnen die Zitzen beständig zur Hand, sie werden darin von den Alten von Ort zu Ort getragen, sie können nach Belieben aus- und einschlüpfen und finden daselbst Zuflucht gegen Ueberfall und Gefahr. Es ist ihre Wiege, ihr Asyl und ihr Locomotiv. Kann der Zweck dieser Bildung zweifelhaft seyn? Zudem ist es keineswegs eine bloße Hautfalte; es ist ein eigenes Organ, mit besondern Knochen und Muskeln. Zwei Knochen liegen vor dem Schaambein und artikuliren mit demselben an ihrem untersten Ende; sie dienen den Muskeln, welche den Sack öffnen, als Stütze und Ansatzpunkt. Ihnen entgegen wirken andere Muskeln, durch welche der Beutel geschlossen wird, ein Geschäft, das sie so gut verrichten, daß am lebenden Thier die Oeffnung kaum bemerkt wird, wenn man nicht die Seiten gewaltsam auseinander zieht.

3. Eine eigenthümliche Bildung, die indessen mehreren Arten zukommt und ebenfalls rein ins mechanische Gebiet gehört, wird an den Klauen gewisser Vögel beobachtet. Die mittlere Klaue beim Reiher ist gleich einer Säge gezahnt oder gekerbt. Diese Vögel sind nämlich gewaltige Fischer, und diese Zähne oder Kerben dienen ihnen zum Festhalten ihrer schlüpferigen Beute. Der Nutzen dieser Einrichtung fällt in die

Augen; allein die Bildung läßt sich nimmermehr aus einer Willensthätigkeit des Thiers oder der Uebung des Organs erklären. Einige andere fischfangende Vögel haben diese Kerben zu gleichem Zwecke in ihren Schnäbeln. Bei der sogenannten Solandgans sind die Seiten des Schnabels unregelmäßig gezackt, damit sie ihre Beute um so fester halten kann. Auch diese Bildung kann ebenso wenig wie die zuerst angeführte von der Thätigkeit des Theils selbst, oder von der Art und Weise, wie sich die Gans desselben bedient, abgeleitet werden. Die glatte Oberfläche und das weiche Fleisch der Fische war gewiß noch weit weniger geeignet, Kerben in die Schnäbel dieser Vögel einzudrücken, als die harten Substanzen, von welchen sich andere Vogelarten nähren.

Wir kommen nun zu eigenthümlichen Bildungen im strengen Sinn des Worts, zu solchen nämlich, die auf eine einzige Thierart beschränkt sind. Ich wähle ein Beispiel von einem Säugethier und von einem Vogel.

1. Im Magen des Kameels wird, wie allgemein bekannt ist, eine bedeutende Masse Wasser aufbewahrt, und es bleibt daselbst ziemlich lang unverändert. Durch diese Eigenschaft wird das Kameel in den Stand gesetzt, in der Wüste zu leben. Sehen wir, wie die innere Organisation beschaffen ist, auf welcher ein so seltenes und dem Thiere so wohlthätiges Vermögen beruht. Zwischen den Häuten des zweiten Magens liegt eine Anzahl abgesonderter Säcke oder Beutel (man zählte deren dreißig bei einem Dromedar), die sich gegen den Magen, an dessen oberem Ende, mit kleinen viereckigten Löchern öffnen. Wird der Magen mit Wasser angefüllt, so füllen sich von ihm aus auch die angehängten Säcke durch die ebengenannten Oeffnungen, und dieses also verwahrte Wasser wird somit einmal nicht weiter durch den Darmkanal geführt; zweitens ist es von den festen Nahrungsstoffen abgesondert; drittens liegt es außer dem Bereich der verdauenden Kraft des Magens. Es ist wahrscheinlich, oder vielmehr gewiß, daß das Thier durch eigenthümliche Muskulatur das Vermögen besitzt, dieses Wasser aus den an dem Magen hängenden

Säcken in diesen selbst wieder zurückzudrücken, so oft es durch Durst dazu angetrieben wird.

2. Die Zunge des Spechts ist eine der besondern Bildungen, welche die Natur uns zu bewundern gibt, wenn eine besondere Absicht zu erreichen ist. Es ist ein eigenthümliches Werkzeug für einen eigenthümlichen Zweck; nur Plan und Wille konnte es hervorbringen. Der Specht lebt hauptsächlich von Insekten, die sich in alten oder verfaulten Bäumen aufhalten. Um nun in das Holz bohren zu können, ist er mit einem geraden, harten, eckigten und scharfen Schnabel versehen. Hat er vermittelst dieses Bohrers die Zellen der Insekten erreicht, so beginnt das Geschäft der Zunge. Diese Zunge ist einmal so lang, daß der Vogel sie drei bis vier Zoll aus dem Schnabel herausstrecken kann, wodurch er sich bedeutend von allen andern Vogelarten unterscheidet; zweitens ist sie mit einer steifen, scharfen, hornernen Spitze versehen, und drittens, dies scheint mir das Merkwürdigste, ist dies spitzige Ende zu beiden Seiten mit mehreren Zähnen besetzt, die den Widerhaken an einem Pfeile oder an einer Angel gleichen. Mit der Beschreibung des Organs ist auch seine Funktion klar. Hat der Vogel mit seinem Schnabel unglaublich rasch die Löcher, in denen die Insekten hausen, aufgebrochen, so reckt er seine lange Zunge gegen sie aus, durchbohrt sie mit der gezackten Spitze derselben und zieht sie so in seinen Schnabel. Wenn dies nicht ein kunstvoller Mechanismus ist, so wüßte ich nicht, was noch diesen Namen verdiente. Man behauptet vielleicht, durch die beständigen Bemühungen, die Zunge so weit als möglich auszurecken, sey zuletzt beim Geschlechte des Spechts das Organ selbst verlängert worden; wie will man aber die eigenthümliche Form, die scharfe Spitze erklären? wie sollte die Zunge die Widerhaken bekommen? *

---

* Ich begreife nicht recht, was Buffon veranlassen mochte, diesen Vogel als ein trübseliges, gleichsam mißrathenes Geschöpf zu bemitleiden, oder warum er seine Lebensweise eine abgeschmackte nennt, indem er nichts thue als an alten Baumstämmen herumhämmern und

und hineinbohren. Ein neuerer Naturforscher beschreibt den Specht als einen Vogel, der auf den obersten Zweigen der höchsten Bäume der süßen Morgenstunden genießt und mit seinem Ehegenossen und seinen Kameraden fröhlich umherflattert. Sein Fleiß, seine Beharrlichkeit und Energie im Gebrauch seines Schnabels sind allerdings außerordentlich; aber abgesehen von der Stärke des, gleich einem Keile wirkenden Schnabels und der Gewalt, womit der Hals damit arbeitet, ist sein Nervenbau und damit sein Gefühl sehr merkwürdig. Das fünfte Nervenpaar, welches, wie wir früher schon angeführt, alle Empfindlichkeit im Kopfe vermittelt, gibt einen starken Zweig längs der innern Seite der Kinnladen ab; an der Spitze angelangt, dringt er durch eine Menge kleiner Löcher im Knochen und verläuft in den Hornüberzug des Schnabels, wodurch dieser für die Körper in den Holzritzen und unter der Rinde empfindlich wird; dies setzt den Specht in Stand, seiner Zunge die erforderliche Richtung zu geben, die sich, wie unser Verfasser richtig bemerkt, mit großer Schnelligkeit bewegt und mit einer pfeilartigen Spitze versehen ist.

Wir geben hier den Durchschnitt des Kopfes dieses Vogels genauer, als er gewöhnlich dargestellt wird, vorzüglich wegen eines höchst merkwürdigen Mechanismus an der Zunge, der das Thier befähigt, sie sehr weit und ausnehmend rasch herauszustrecken. A ist die mit Widerhaken besetzte Zunge; B sind zwei schlanke, elastische, sehnigte Knorpel von ganz eigenthümlicher Bildung und Funktion. An

dem einen Ende sind sie vorne an den Knochen befestigt, der die obere Kinnlade stützt; von hier aus verfolgen wir sie über den Schädel weg herab an die Seite des Halses; hier machen sie einen großen Bogen, gelangen unter die untere Kinnlade, setzen sich in die Zunge fort und laufen bis an die hornerne Spitze vor. C C C ist ein langer Muskel, der diese sehnigten Knorpel an ihrer innern, hohlen Seite begleitet, vom Knochen der untern Kinnlade entspringt, mit den Knorpeln den beschriebenen Bogen macht, und sich über den Schädel hinzieht, um sich sofort an der obern Kinnlade zu befestigen. Durch diese Muskeln nun wird die Zunge ausgestoßen. Zwei andere Muskeln entspringen von den Seiten des Kehlkopfs; diese sind die Antagonisten der vorigen, und ziehen die Zunge wieder zurück. Ohne uns weiter mit dem übrigen Bau zu beschäftigen, richten wir unsere ganze Aufmerksamkeit auf die Thätigkeit des Muskels C C C, der uns eines der merkwürdigen Beispiele von eigenthümlichen und für bestimmte Zwecke berechneten Mechanismen an die Hand gibt, woran die vergleichende Anatomie so reich ist. Die Zunge wird dadurch nicht bloß sehr weit, sondern auch, weil die gezahnte Spitze nur bei rascher Bewegung wirken kann, ausnehmend schnell hervorgestoßen, und dies geht so zu: da die beiden Enden des Muskels feste Punkte sind, und seine Fasern an der hohlen Seite des knorpeligten Bogens verlaufen, so müssen sie durch ihre Zusammenziehung den Kreisbogen kleiner machen. Es braucht keiner mathematischen Demonstration, um zu beweisen, daß dadurch die Zunge weiter herausgestreckt werden muß, als das Maaß der Muskelzusammenziehung beträgt. Da, wie bemerkt, das obere Ende des Bogens fixirt ist, so wirkt die ganze Kraft in der Richtung des freien Endes in der Zunge, und wir überzeugen uns somit, wie trefflich dieser Knorpelbogen mit seinem Muskelringe zum Zwecke des raschen Ausstoßens der Zunge berechnet ist; das Zurückziehen der Zunge wird dagegen durch einen gewöhnlichen, d. h. gerade verlaufenden Muskel bewirkt.

Ein weiterer merkwürdiger Theil dieses Apparats ist eine bedeutende Drüse, die einen klebrigten Saft von sich gibt: der Muskelring umgibt sie und drückt auf sie, wenn er sich zusammenzieht. Dieser klebrigte Saft benetzt die Zunge, und gibt dadurch dem Vogel ein weiteres Mittel, kleinere Insekten, z. B. Ameisen aufzunehmen, ohne daß er nöthig hätte, jede mit seiner pfeilförmigen Zunge zu durchbohren. Es läßt sich kein kunstreicherer, zweckmäßigerer Mechanismus denken, als dieser ganze Apparat; eben darum ist er auch vorzüglich geeignet, einen nicht unbedeutenden Beitrag zu unserm Hauptargumente abzugeben. Er ist in der That nicht weniger kunstreich als die Vorrichtung, wodurch die Nickhaut im Auge der Vögel so schnell bewegt wird.

Vierzehntes Kapitel.

Vorsorge.

Schwerlich gibt es ein bezeichnenderes Merkmal für Absicht, und darum auch keinen bündigeren Beweis derselben, als Vorbereitung, d. h. wenn sich für etwas, das man erst geraume Zeit später nöthig hat, Vorsorge getroffen zeigt; denn dies setzt Rücksicht auf die Zukunft voraus, was nur Sache der Intelligenz ist.

Von dergleichen vorsorglichen Einrichtungen gibt es nun im thierischen Körper mancherlei Beispiele.

1. An den menschlichen Zähnen zeigt sich nicht allein Vorsorge, sondern sogar Unterbrechung des Entwicklungsganges zu bestimmtem Zwecke. Die Zähne liegen gebildet innerhalb der Kiefer, bleiben aber stehen; und ihre weitere Entwicklung wäre wirklich dem Neugebornen nicht nur von keinem Nutzen, sondern hinderlich gewesen; denn offenbar ist das Säugen, wodurch das Kind seine erste Nahrung empfängt, für Mutter und Kind leichter, wenn die Kiefer weich und glatt sind, statt mit scharfkantigen Knochen besetzt. Sobald man nun aber der Zähne bedarf, sind sie auch da. Schon mehrere Monate lang stacken sie in den Kiefern, wurden aber gleichsam in ihren Höhlen zurückgehalten, so lange ihr weiteres Vortreten mit der jeweiligen Funktion des Mundes nicht verträglich war. Die Natur, das heißt der bei der Schöpfung thätige Verstand, sah über das erste Jahr der Kindheit hinaus; während sie aber für Verrichtungen Vorkehr traf, die erst nach dieser Zeit ins Leben treten sollten,

war sie zugleich darauf bedacht, die ihnen vorangehenden Funktionen nicht zu stören. Das Absichtliche ist hier desto klarer, da, während sonst alle Theile des Mundes ausgebildet erscheinen, die Zähne es nicht sind. Lippen, Zunge, Wangen, Kiefer, Gaumen, Schlund, Kehlkopf, Alles ist ausgebildet, nur die Zähne nicht. Jene Organe treten aber auch von Anbeginn sogleich in Wirksamkeit, die Zähne aber wären nur Steine des Anstoßes und Hindernisses gewesen. So ist es beim Menschen; wo aber ein umgekehrter Entwicklungsgang nothwendig erscheint, da sehen wir ihn auch umgekehrt. Bei der Larve des Käfers, die aus dem Ei geschlüpft, sind die Zähne die allerersten Organe, die sich entwickeln. Das Insekt fängt an zu nagen, sobald es aus der Eischale ist, während seine übrigen Organe nur allmählig ihre Reife erlangen. *

Was von den Zähnen gesagt worden ist, gilt auch von den Hörnern der Thiere, und aus demselben Grund. Beim Kalb oder Lamm sproßt das Horn nicht, oder wächst wenigstens nicht stark, bevor das Thier selbst weiden kann; denn ein solcher Körper auf der Stirne des Jungen müßte die Zitze der Mutter beim Saugen belästigen.

Aber bei den Zähnen, wenigstens bei den menschlichen Zähnen, geht die Vorsorge noch viel weiter: es ist für einen Wechsel der Zahnreihen gesorgt, und zwar von Anfang an: eine zweite Reihe liegt gebildet unter der ersten, tritt aber erst mehrere Jahre später ins eigentliche thätige Leben. Und dieser doppelte Zahntrieb begegnet einer Schwierigkeit im Mechanismus des Mundes, die uns als unüberwindlich erscheinen müßte. Durch die Ausdehnung des Kiefers, in Folge des allmählichen Wachsthums des Thiers und seines Schädels, werden nothwendig die Zähne vom ersten Trieb, so dicht sie auch zusammengedrängt seyn mögen, so weit auseinander

---

* Siehe die Bemerkungen über die Zähne im Anhang; der Gegenstand ist äußerst interessant.

gerückt, daß Uebelstände daraus entstehen müßten. Zur gehörigen Zeit, das heißt, wenn der Kiefer zum größern Theil seine definitiven Dimensionen erreicht hat, treibt daher die zweite Zahnreihe nach, lockert die alten Zähne über ihr, und stößt sie aus. Sie ist ihrem Umfang nach dem zu füllenden Raum angemessen, wächst aber auch so dicht geschlossen heraus, daß sich die Reihe beim ferneren Wachsthum des Kopfs immer noch gehörig ausbreiten kann. *

2. Schwerlich gibt es etwas, was augenscheinlicher auf Vorsorge hinweist, als die Milch bei den Weibchen aller lebendige Junge gebährenden Thiere. Wenn das Junge zur Welt kommt, harrt seiner bereits der Stoff, der ihm zur Nahrung dienen soll. Mancherlei und wichtige Momente sind bei dieser Vorkehrung zu betrachten: einmal die nährende Eigenschaft der Flüssigkeit, wodurch sie sich von jeder andern Körpersecretion unterscheidet; auch ist die Natur hierin bis jetzt unerreicht, denn weder der Kochkunst, noch der Chemie gelingt es, aus Gras Milch zu bereiten; zweitens das Organ, in welchem der Stoff abgesondert und aufbewahrt wird; drittens der mit dem Organ zusammenhängende Ausführungsgang, und endlich der Trieb der Milch gegen die Brust gerade dann, wenn sie bald verwendet werden soll. Alle diese Punkte sprechen laut für Plan und Absicht, am lautesten aber der letztgenannte Umstand. Im voraus hätte man wohl nichts weniger erwartet, als daß zu einer Zeit, wo in einem Theile des Systems eine außerordentliche Menge von Nahrungsstoff verbraucht wurde, ein anderer gleichfalls reichlich damit versorgt werden könnte. Zwischen der weit vorgerückten Schwangerschaft des Weibchens und dem Einschießen der Milch in die Brüste ist kein wahrnehmbarer

---

* Die zweite oder bleibende Zahnreihe stößt die ausfallenden oder Milchzähne nicht aus. Der Vorgang ist nicht mechanisch: während den zweiten Zahn noch eine zarte Haut umhüllt, geht an den Wurzeln der ersten Reihe ein Absorbtionsprozeß vor sich, der sie allmählich verzehrt, so daß am Ende ihre Kronen von selbst abfallen.

Rapport. Das ganze System der Milchbereitung ist Ein großes Wunder, und unsere Bewunderung steigert sich noch durch den Umstand, daß die Zahl der Zitzen bei jeder Thierart mit der Zahl der Jungen in Verhältniß steht. Beim Schwein, Hund, Kaninchen, bei der Katze, der Ratte, die viele Junge werfen, sind auch die Zitzen zahlreich und der ganzen Länge des Bauchs nach gelagert; die Kuh und die Stute haben ihrer nur wenige. *

Bei unserer gegenwärtigen Betrachtung dürfen wir aber nicht nur auf den bereits gebildeten thierischen Körper Rücksicht nehmen, wir müssen auch auf die Umstände zurückgehen, unter denen er sich bildete, und aus diesem Gesichtspunkte ist Vorsorge in der Entwicklung manches Organs unverkennbar.

3. Zur Zeit, da es sich bildet, dient das Auge zu nichts. Es ist ein optisches Instrument, in einem finstern Kerker verfertigt; es wird auf die Brechung des Lichts in einen Focus berechnet und ist vollkommen fertig, bevor auch nur Ein Lichtstrahl es treffen konnte; es ist geometrisch den Gesetzen

---

* Das einzige würdige Gegenstück zu dieser Vorsorge der Natur bildet die Art, wie sie auf die Ernährung des Pflanzenkeims und des Hühnchens im Ei bedacht ist. Die Samenlappen einer Bohne oder Erbse, sowie der meisten Samen, bestehen aus nährendem Stoff, und wenn nun Wärme und Feuchtigkeit die Entwicklung des Lebensprinzips begünstigen, so beginnen die in diese Lappen oder Cotyledonen verlaufenden Gefäße den Stoff aufzusaugen und der Pflanze zuzuführen. Es ist merkwürdig, daß diese Lappen, nachdem sie dergestalt die junge Pflanze mit Nahrungsstoff versorgt, ihre Bestimmung ändern und auswachsend zu den ersten Blättern werden. So sehen wir, wie die Pflanze ernährt wird, bis das Würzelchen in der Erde festgewachsen ist, und die Blätter dem Einfluß der Luft ausgesetzt sind. Aehnlicher Weise dient dem Hühnchen, so lange es noch in der Schaale ist, das Eiweiß als Nahrung; der Dotter aber ist, wenn es ausschlüpft, in seinen Körper aufgenommen, und ein Kanal führt aus dem Dottersack diesen Nahrungstoff in den Darm. Auf diese Weise wird das Hühnchen nicht nur in der Schaale ernährt, sondern auch in der ersten hülfslosen Lebenszeit, welche der Periode entspricht, in welcher die Mammalien ihre Jungen säugen.

und Wirkungen eines Elements angepaßt, mit dem es noch in gar keiner Verbindung steht. Allerdings soll es bald damit in Verbindung treten, und dies gerade beweist die Absicht: hier ist im allerstrengsten Sinn Vorsorge für die Zukunft, denn es ist Vorsorge für einen bevorstehenden Wechsel, nicht für den gegenwärtigen Zustand des Thiers, nicht für allmähliche Entwicklung dieses Zustandes, sondern für eine ganz neue Existenz, die nach einer plötzlichen Umkehr eintritt, welche das Thier bei der Geburt erleidet. Läßt sich glauben, daß das Auge gebildet, oder, was dasselbe ist, daß die Reihenfolge von Ursachen, durch die es gebildet wird, bestimmt worden ist ohne Rücksicht auf jenen Wechsel, ohne Voraussicht des Zustandes, in welchem sein Mechanismus, der jetzt zu nichts dient, so herrliche Dienste leisten soll, ohne Berechnung der Eigenschaften des Elements, das, bis jetzt gänzlich von ihm abgeschlossen, später in so innigen Verkehr mit ihm treten soll? Ein junger Mann macht sich eine Brille auf sein Alter: gegenwärtig braucht er sie nicht, dient sie ihm zu nichts. Kann er dies, ohne zu wissen und zu bedenken, daß mit den Jahren das Gesicht schwächer wird? Kann man nicht aus der vollkommenen Zweckmäßigkeit des Instruments, aus dem genauen Bezug, in dem das Mittel zum Gebrechen, die convexe Linse zum abgeplatteten Auge steht, aufs Sicherste schließen, daß der später eintretende Fall vorausgesehen, erwogen, Vorkehr dagegen getroffen worden ist? aber all dies sind ausschließlich Akte eines denkenden Geistes.

4. Was eben vom Auge gesagt wurde, gilt ebenso von der Lunge. Sie besteht aus Luftgefäßen, und doch ist im Mutterleibe keine Luft; sie ist kunstreich für das wechselsweise Ein- und Ausströmen einer elastischen Flüssigkeit gebaut, und doch ist keine Flüssigkeit der Art vorhanden; das umfangreiche Organ mit dem ganzen dazu gehörigen Apparat liegt eingeschrumpft in der Brusthöhle des Foetus, aber vollkommen in Ordnung und bereit, in Wirksamkeit zu treten, so bald der Lauf der Dinge seinen Dienst erheischt. Was ist

dies anders, als eine Maschine, die man zu künftigem Gebrauche aufbewahrt? Betrachtet man den Zustand, in welchem das Thier vor der Geburt lebt, so sollte man in seinem Körper nichts weniger erwarten als ein Lungensystem. Es ist, als fände man einen Blasebalg auf Meeresgrund; beide Werkzeuge dienen unter den Umständen, in welchen man sie findet, rein zu nichts; sie sind gebaut für einen Dienst, den sie hier gar nicht verrichten können; sie stehen in gar keinem Rapport mit dem Element, das sie jetzt umgibt, wohl aber mit einem andern und anderswo.

Bei der Lunge müssen wir noch, als Vorrichtungen, die hieher gehören, des eiförmigen Lochs im Herzen (foramen ovale) und des sogenannten ductus arteriosus erwähnen. Beim Foetus sind die Gefäße, welche später Blut führen sollen, in der Lunge bereits gebildet; so lange diese aber nicht durch eingeathmete Luft ausgedehnt ist, dringt kein Blut in jene Gefäße, und besteht der sogenannte kleine Kreislauf nicht. Was würde nun ein Künstler in solchem Falle thun? Höchst wahrscheinlich würde er für einen einstweiligen Durchgang sorgen, wodurch die nöthige Communikation hergestellt würde, bis später die eigentliche in Gang kommt. Und dies ist denn auch wirklich im Herzen geschehen: während später, nach der Geburt, das Blut den weiten Umweg durch die Lungen von einem Vorhof des Herzens zum andern macht, geht ein Theil des Bluts unmittelbar aus dem rechten Vorhof in den linken über, und zwar durch ein Loch in der Scheidewand der Vorhöfe, von den Anatomen foramen ovale genannt. Eine zweite Communikationslinie zum selben Zwecke bildet der ductus arteriosus, der aus der Lungenarterie in die Aorta führt. Aber beide Vorkehrungen sind so ganz nur interimistisch, daß nach der Geburt der eine Durchgang verwächst, und das Gefäß, das den andern bildet, zu einem Band einschrumpft. Wenn dies nicht Kunst ist, was ist es denn?

Da nun aber einmal die Wirkung der Luft auf das Blut in der Lunge zum normalen Zustand dieser Flüssigkeit,

und damit für das Leben und die Gesundheit des Thiers nothwendig erscheint (und ohne dieses wäre wohl der kürzeste Weg auch nach der Geburt der beste), wie kann denn der Foetus ohne Luft leben, wachsen und gedeihen? Er lebt vom Blute der Mutter, und eine einzige Lunge dient für beide. Wird nun aber das Thier von der Mutter getrennt, so tritt ein bisher ungekanntes Bedürfniß ein, und dieses sogleich zu befriedigen, ist längst ein Organ zugerüstet: es ist vollkommen fertig zum Dienst, es wartet nur auf die Luft, und beginnt sein Spiel, sobald die Luft zu ihm gedrungen ist. *

---

* Was hier von einigen Organen ausgeführt ist, gilt vom ganzen Foetuszustand. Er erscheint Anfangs als eine bloße Schleimblase; etwas später kommen Knochen, Muskeln, Nerven zum Vorschein. Aber alle diese Organe bleiben lange Zeit völlig unthätig; der Nerve ruft zu keiner Thätigkeit auf, der Muskel bewegt sich nicht, die Gelenke ruhen, während sie sich langsam ausbilden. Die Zeit der vollen Entwicklung ist noch nicht da, der Trieb zur Thätigkeit fehlt noch den Organen, Alles ist noch im Vorbereitungszustande: Leitungsröhren ohne Flüssigkeit, Drüsen und Kanäle ohne Absonderung, schlafende Lebenskräfte, ein völlig ruhender Mechanismus; ein ganzes organisches System, herrlich angeordnet, aber erst „vorsorglich“ für künftige Zeit.

Fünfzehntes Kapitel.

Nexus.

Wenn mehrere verschiedene Theile zu Hervorbringung Einer Wirkung beitragen, oder, was dasselbe ist, wenn eine Wirkung durch die vereinte Thätigkeit verschiedener Werkzeuge hervorgebracht wird, so nenne ich die Angemessenheit und Tauglichkeit solcher Theile oder Werkzeuge zu Hervorbringung Einer Wirkung durch gemeinsame Thätigkeit ihr Ineinandergreifen oder ihren Nexus. Wo ich aber ein solches Ineinandergreifen, sey es bei Werken der Natur oder des Menschen, bemerke, da ist es für mich ein entschiedener Beweis von Intelligenz, von Plan und Kunst. Was wird wohl den, der z. B. die verschiedenen Theile einer Uhr, die Feder sammt ihrem Gehäuse, die Kette, die Schnecke, die Unruhe, die Räder von verschiedener Form, Größe und Lage beobachtet, am schnellsten und stärksten überzeugen, daß bei Zusammenfügung des ganzen Baus Nachdenken und Kunst thätig gewesen sey? Gewiß das Ineinandergreifen aller dieser Theile, die Folge und Ordnung in der sie thätig sind, um Eine Gesammtwirkung hervorzubringen. Verfolgt er das Verhältniß der Feder zu den Rädern, so findet er, daß die Bewegung dieser letztern durch die erstere bedingt und unterhalten wird; er sieht, wie die Kette die Bewegung der Schnecke, wie die Schnecke dieselbe den Rädern mittheilt; bemerkt er das Verhältniß der konischen Figur der Schnecke zur Feder, so hat

er damit den Correktor der ungleich wirkenden Kraft der letztern entdeckt. Untersucht der Beobachter die Verhältnisse der Räder zu einander, so fallen ihm zuerst die Zähne derselben auf, die nutzlos und bestimmungslos wären, wenn etwa bloß Ein Rad sich in der Uhr fände, oder wenn die Räder nicht eine Verbindung unter einander und eine gemeinsame Beziehung auf Einen bestimmten Zweck hätten; er bemerkt zweitens den Bezug der Räder aufeinander, in dessen Folge die Zähne des einen in die des andern eingreifen; drittens entgeht ihm nicht das Verhältniß in der Zahl der Zähne an jedem Rad, wonach sich die Umlaufzeit eines jeden richtet. Forscht er nach der Bedeutung der Unruhe für das ganze Werk, so wird er inne, daß es dadurch in gleichförmigem Gang erhalten wird. Sieht er endlich auf den Zeiger und das Zifferblatt, so hat er des ganzen Mechanismus Bestimmung und Nutzen vor Augen, der in nichts Anderem besteht, als die Aufeinanderfolge der Minuten und Stunden anzuzeigen, wobei aber Alles von den Bewegungen im Innern abhängt, von dem Systeme der zwischen Feder und Zeiger mitten inneliegenden Thätigkeiten. Bedenkt er weiter, daß in allen Fällen, wo der Ursprung und die Bildung eines Dings sinnlich ermittelt werden kann, gerade dieses Ineinandergreifen sich bei Dingen findet, die durch Kunst und Plan hervorgebracht wurden, und sonst bei keinem andern Dinge, so wird er mit vollem Recht diese Eigenschaft für ein charakteristisches Merkmal solcher Produkte halten. Diese Schlußweise wenden wir nun auf Werke der Natur an.

Der thierische Körper ist voll von Beziehungen der obgenannten Art, ja sein ganzer Haushalt läßt sich darstellen als ein durchgängiges Ineinandergreifen, als ein großer Nexus von Theilen.

1. Betrachten wir zuerst die Organe und Kräfte, die in der einen oder andern Form allen Thieren zukommen, diejenigen nämlich, die mit der Ernährung zu thun haben. Vergleichen wir einmal diesen Lebensprozeß mit dem Vorgang in einer Manufaktur. Bei Menschen und vierfüßigen Thieren

wird die Nahrung zuerst durch mechanische Kauwerkzeuge, durch scharfe Spitzen oder harte Knorren, die gegen einander gedrückt werden, oder sich auf einander reiben, verkleinert. So zermahlen, gelangt sie durch eine Röhre in den Magen hinab, wo sie einen großen chemischen Prozeß durchzumachen hat, den wir Verdauung nennen; ist sie verdaut, so wird sie durch eine Oeffnung, die sich je nach Bedürfniß öffnet oder schließt, dem ersten Eingeweide überliefert, in demselben mit gewissen Ingredienzien, die sich durch ein Seitenloch in den Kanal ergießen, gemischt und noch weiter zu einer milch- und breiartigen Masse verarbeitet, und jetzt, nachdem sie zur Ernährung des Thieres tauglich ist, durch jene unzähligen feinen Gefäße, die in die Eingeweide einmünden, aufgesaugt. Auf diese Weise von den gröbern Theilen befreit und geläutert, gelangt die Flüssigkeit auf langem, jedoch von uns zu verfolgenden Umwege in den Hauptstrom des ältern Bluts, mit welchem sie sofort jedem Theile des Körpers zugeführt wird. Nun vergleiche man einmal diesen ganzen Verlauf mit dem Vorgang in einer Manufaktur, etwa mit der Bereitung von Obstmost. Die Aepfel werden in der Mühle zerrieben, der Saft wird ausgepreßt, in Gefäßen zum Gähren gebracht, nachdem er abgegährt hat, in Fässer gefüllt, auf Flaschen gezogen, in Gläser zum Trinken eingeschenkt. Man sage mir doch einmal, was für ein Unterschied, in Absicht auf Kunst und Plan, zwischen diesen beiden Fällen statt findet? Um was es sich hier handelt: der Nexus aller Theile und Geschäfte, liegt in dem einen Falle so deutlich vor Augen, als im andern. Daß Kinnladen und Zähne tauglich sind, die Nahrung für den Magen zuzubereiten, ist zum wenigsten ebenso augenfällig, als daß die Obstmühle Aepfel für die Presse zu zerstampfen vermag. Die Verdauung der Nahrung im Magen ist für ihre künftige Brauchbarkeit so wesentlich, als die Gährung der zerstoßenen Aepfel für die Güte des Mostes. Zwar ist die nachherige Verwendung der Nahrungsmittel, die mannichfache Veränderung, die sie erleiden, und der Weg, den sie einzuschlagen haben, bis sie

zu ihrer endlichen Bestimmung gelangen, viel zusammengesetzter und verwickelter, aber trotz all dem ebenso augenfällig und nachweisbar, als jener Apparat von Fässern, Schläuchen, Hahnen, Flaschen und Gläsern, um den Most von einem Gefäß ins andere zu bringen, um ihn auf Flaschen zu ziehen und für den Genießenden einzuschenken. Der Charakter der Maschinerie läßt sich in beiden Fällen kurz so bezeichnen: ein jeder Theil entspricht dem andern und zugleich dem Endresultate.

Diese Parallele zwischen dem Ernährungsprozeß und künstlichen Prozessen könnte noch weiter ins Detail verfolgt werden. Spallanzani erinnert unter Anderm an eine auffallende Aehnlichkeit zwischen dem Magen einiger Vogelarten und dem Bau einer Kornmühle. Während die zwei Seiten des Fleischmagens den Dienst der Mühlsteine verrichten, stellt der Kropf den Mühltrichter vor.

Wenn unser Hausgeflügel reichlich mit Futter versehen ist, so füllt es zwar den Kropf schnell an, allein die Nahrungsmittel gehen nicht unmittelbar von da in den Magen, sondern treten nur in kleinen Quantitäten in denselben ein, im selben Maaße, als der Zerreibungsprozeß vor sich geht, gerade wie bei einer Mühle, wo über den zwei großen Steinen, die das Korn mahlen, ein Trichter angebracht ist, in welchen das Korn scheffelweise eingeschüttet werden kann, der aber nur kleine Quantitäten in das mittlere Loch des obern Mühlsteins gleiten läßt.

Wir sind jedoch mit der Geschichte der Ernährung noch nicht fertig. Wir haben namentlich noch zu erinnern an den durchgreifenden Nexus zwischen den äußern Organen eines Thiers, vermittelst welcher es sich seine Nahrung verschafft, und zwischen den innern Lebenskräften, mittelst welcher es dieselbe verdaut. Raubvögel sind durch ihre Klauen und ihren Schnabel in den Stand gesetzt, manche Vogel- und Säugthierarten zu ergreifen und zu verschlingen. Mit diesem Bau ihrer Glieder steht nun die Beschaffenheit ihres Magens in vollkommenem Einklang. Der Magensaft eines Raubvogels,

z. B. einer Eule, eines Falken, eines Habichts, wirkt nur auf thierische Stoffe, läßt aber Samenkörner und Gräser unverdaut. Andererseits ist das Maul eines Schafs oder eines Ochsen nur zum Abweiden von Gras geeignet, und diese Thiere haben lediglich nichts an sich, was sie zur Verfolgung einer lebenden Beute geschickt machte. Demgemäß wurde nun auch durch Versuche mit hohlen durchlöcherten Kugeln die Erfahrung gewonnen, daß der Magensaft der wiederkäuenden Thiere, wie eben der Schafe und der Ochsen, Pflanzen sehr schnell zersetzt, auf thierische Stoffe aber gar nicht einwirkt. Dieser Einklang sämmtlicher Organe zeigt sich noch auffallender darin, daß der Magensaft körnerfressender Vögel die Körner nicht angreift, so lange sie ganz und unverletzt sind. Macht man mit dem Magensafte Versuche in Gefäßen, so müssen die Körner, wenn sie angegriffen werden sollen, erst zerrieben werden, bevor man sie der Einwirkung dieser Flüssigkeit aussetzt, d. h. sie müssen außerhalb des Körpers künstlich die vorbereitende Veränderung erleiden, welche der Fleischmagen im Körper des Thiers vornimmt. Wir erkennen hierin den vollkommenen Einklang zwischen den Verrichtungen der Verdauungswerkzeuge, zwischen dem mechanischen und dem chemischen Prozesse.

2. Der Nexus zwischen den Nieren und der Harnblase, und zwischen den Harnleitern und jenen beiden Organen, d. h. zwischen dem absondernden Organ, dem Behälter, der das Abgesonderte aufnimmt, und dem vom einen zum andern führenden Kanale, liegt eben so klar zu Tage, als der Verband zwischen den verschiedenen Gefäßen und Leitungsröhren eines Destillirapparats. Da der organische Bau im vorliegenden Falle sehr einfach ist, und die einzelnen Theile leicht von einander zu trennen sind, so haben wir hier ein Beispiel von Nexus, das durch Sektion jedem anschaulich gemacht, aber sogar ohne Sektion vom unausgebildetsten Verstand gefaßt werden kann. Diese wechselseitige Beziehung von Werkzeugen zu einander weist hier nothwendig auf Absicht hin, zumal die Bildung keine andere Erklärung zuläßt. Wäre die Blase

nichts weiter als ein etwa durch Zurückhaltung des Harns aufgetriebener Harnleiter, so müßte jeder Harnleiter seine Blase haben. Da aber der Eine Behälter durch zwei Röhren gefüllt wird, die, obwohl dieselbe Flüssigkeit führend, von verschiedenen Seiten des Körpers herkommen, so kann eine solche Annahme nicht zulässig erscheinen.

3. Das, was wir Nexus nennen, erscheint am auffallendsten, wenn er nicht zwischen verschiedenen Theilen Eines Wesens statt findet, sondern zwischen verschiedenen Wesen. Die gegenseitige Beziehung zwischen Schloß und Schlüssel fällt viel mehr in die Augen, als die zwischen den einzelnen Theilen des Schlosses. Der Bogen ist für den Pfeil, der Pfeil für den Bogen gemacht; hier ist eine bestimmte Absicht viel augenfälliger, weil die zusammengehörigen Theile getrennt sind.

Auch an dieser augenfälligsten Art von Nexus fehlt es in den Werken der Gottheit keineswegs. Die beiden Geschlechter sind offenbar für einander gemacht. Sie bilden den großen, allgemeinen, organischen wie mechanischen Rapport, in dem in der belebten Natur verschiedene Individuen so augenfällig, wie bei den einfachsten Kunstprodukten, mit einander stehen, einen Rapport, der ohne Plan und Absicht unbegreiflich bleibt; ja, wären alle andern Beweise dafür in der Natur mangelhaft und schwankend, dieser für sich allein reichte vollkommen aus: er ist durchaus vollständig, unangreifbar, unumstößlich.

4. Die Brüste der Säugethiere stehen in Rapport mit dem Maule der säugenden Jungen, besonders mit deren Lippen und Zunge. Auch hier zeigt sich gegenseitige Beziehung zwischen Organen, die verschiedenen Individuen angehören.

Im Bisherigen gaben wir Beispiele von Nexus im Allgemeinen, d. h. von Beziehungen zwischen Organen, die sich entweder bei allen Thieren, oder doch in ganzen großen Klassen derselben finden. Eigenthümliche Fälle der Art, d. h. Beziehungen zwischen dem eigenthümlichen Bau eines oder mehrerer Organe einer gewissen Thierart und dem

eigenthümlichen Bau anderer Organe desselben Thiers — und diese Art von Nexus erscheint als die auffallendste — sind folgende:

1. Beim Schwan stehen der Schwimmfuß, der Löffelschnabel, der lange Hals, der dichte Flaum, der zur Verdauung von Pflanzen eingerichtete Magen in gegenseitiger Beziehung zu einander, insofern diese sämmtlichen Theile dahin abzielen, den Lebensunterhalt eines Vogels zu sichern, der sein Leben auf der Oberfläche seichter Gewässer zubringt und seine Nahrung auf dem Grunde derselben sucht. Man fasse einmal irgend eine dieser besondern Bildungen ins Auge und überzeuge sich, wie sie alle andern bedingt. Der Schwimmfuß befähigt den Vogel zum Schwimmen, der Löffelschnabel zum Grasen; aber wie sollte ein Thier, das auf der Oberfläche von Teichen lebt, auf dem Grunde grasen, ohne die Hülfe eines langen Halses? Es erhielt also einen langen Hals. Weiter bedurfte ein warmblütiges Thier, das sich auf dem Wasser aufhält, eines Schutzes gegen die Kälte dieses Elements. Es erhielt diesen Schutz in dem dichten Flaum, der seinen ganzen Körper einhüllt. Allein all dieser äußere Apparat hätte zu nichts gedient, wenn nicht zugleich die Eingeweide zu Verdauung von Pflanzenstoffen eingerichtet worden wären. Ich sage dies Letztere mit Bedacht, denn es ist bekannt, daß sich bei Vögeln zwei verschiedene Eingeweidesysteme finden, deren eines, mit häutigem Magen und vom Magen abgesonderten Magensaft, einzig zur Verdauung von thierischen Stoffen taugt, während das andere mit einem Kropfe und einem Fleischmagen, nur auf Befeuchtung, Zerreibung und nachmalige Verdauung von Pflanzennahrung berechnet ist.

Oder man beginne mit einer andern eigenthümlichen Parthie am Körper des Schwans, z. B. mit dem langen Halse. Der lange Hals ohne den Schwimmfuß wäre nur eine Bürde für den Vogel gewesen; und doch ist gar kein nothwendiger Zusammenhang zwischen einem langen Halse und einem Schwimmfuße; in der Regel trifft man sie auch nicht

beisammen. Wie kommt es aber nun, daß sie bloß dann beisammen angetroffen werden, wenn ein besonderer Zweck das Daseyn und das Zusammenwirken beider erheischt?

2. Dieser Nexus zu einem gemeinschaftlichen Zweck zusammenwirkender Organe ist namentlich auch beim Maulwurf auffallend. Die starken, kurzen Beine dieses Thiers, seine handähnlichen, mit scharfen Nägeln versehenen Füße, die rüsselartige Nase, die Zähne, die sammtartige Haut, das kleine äußere Ohr, der scharfe Geruchssinn, das tiefliegende, wohlgeschützte Auge — Alles wirkt zu seinen Verrichtungen und zu seinem Schutze bei seiner unterirdischen Lebensweise zusammen. Besonders charakteristisch ist bei diesem Thier die Bildung der Füße. Sie stellen Schaufeln vor, vermittelst welcher er darauf angewiesen ist, im Boden zu scharren, und Alles Uebrige an seinem Körper paßt vollkommen zu dieser Bestimmung. Sein walzenförmiger Körper, das Gedrungene des ganzen Baus in Folge der Kürze der Glieder, erleichtert ihm seine Arbeit, indem er dadurch im Verhältniß zu seiner Körpergröße die kleinstmögliche Quantität Erde bei Seite zu schaffen hat, um sich vorwärts zu arbeiten. Gesicht und Kinnladen sind fast ganz wie beim Schwein gebaut, und zu demselben Zwecke. Die Nase ist scharf, dünn, derb, sehnigt, und mit einem Nervenpaar versehen, das bis in die äußerste Spitze verläuft. An der sammtartigen Bedeckung des ganzen Körpers bleibt bei ihrer Weichheit, bei der Glätte der kurzen, dichten Haare, fast keinerlei Unrath hängen; sie schützt das Thier gegen Kälte und Nässe und vor den Uebelständen, welche am Körper klebende Erde mit sich führen müßte. Aus allen Bodenarten kommt dieser kleine Minirer sauber und glatt hervor. Obgleich er im Schmutze wohnt, ist er das reinlichste aller Thiere.

Was ich aber am Maulwurf immer am meisten bewundert habe, das sind seine Augen. Da dieses Thier manchmal an die Oberfläche kommt, so bedurfte es zu seiner Sicherheit, und um sich zurecht zu finden, des Vermögens, Eindrücke vom Licht zu empfangen. Die Deutlichkeit des Sehens

hängt meines Wissens keineswegs von der Größe des Organs ab. Durch die Größe und das Hervortreten des Augapfels wird nur ein weiteres Gesichtsfeld gewonnen. Ein großer Gesichtskreis wäre aber einem Thier, das seine Nahrung im Dunkeln zu suchen hat, zu nichts nütze. Der Maulwurf braucht nicht weit um sich zu sehen; auch hätte ein großes, vorstehendes Auge nicht leicht gegen die mancherlei Uebelstände, dem es bei der Lebensweise dieses Thiers fortwährend ausgesetzt war, geschützt werden können; oder konnte der Maulwurf bei seinen unterirdischen Arbeiten überhaupt seine Augen wahren? Dieser Schwierigkeit zu begegnen, sind dieselben kaum etwas größer, als der Knopf einer Stecknadel; diese kleinen Augäpfel liegen so tief im Schädel, und sind durch die Sammtbedeckung der Haut dergestalt geborgen, daß, so oft er seine Augenbrauen, wenn wir sie so nennen dürfen, zusammenzieht, nicht nur die Oeffnung, welche zu den Augen führt, vollkommen geschlossen wird, sondern sich damit gleichsam ein Kissen über die Augen legt, das sie vor allen spizzen und scharfen Körpern schützt. Im gewöhnlichen Zustande ist die Oeffnung etwa so groß wie ein Nadelstich, der in ein Stück sammtnen Zeuges gemacht wird, so daß selbst feine Erdtheilchen nicht leicht eindringen können.

Man bemerke nun den Nexus bei diesem eigenthümlichen Bau. An und für sich findet zwischen einem tiefliegenden Auge und einem schaufelförmigen Fuße keinerlei Beziehung statt. Ein schaufelförmiger Fuß hätte sich auch mit vorstehenden Augen, oder kleine Augen hätten sich mit Füßen von jeder Form paaren lassen. Was bringt nun das tiefliegende Auge und den Schaufelfuß im Maulwurf zusammen? Dasselbe, was Trommel, Kette und Schnecke in der Uhr zusammenbrachte — Absicht; Absicht ergibt sich in beiden Fällen aus den gegenseitigen Beziehungen der Theile zur Erreichung eines gemeinschaftlichen Zwecks. Wir haben bereits bemerkt, es gebe verschiedene Wege, den Nexus nachzuweisen, je nachdem man vom einen oder dem andern Theile ausgeht. Im vorliegenden Falle nun können wir entweder betrachten, wie

der Bau der Füße das Thier zu der Lebensweise befähigt, auf welche der Bau seiner Augen es verweist, oder wir können betrachten, wie nur diese Bildung des Auges sich mit der Art von Thätigkeit verträgt, für welche die Füße berechnet sind. Der Nexus ist gleich augenfällig, welchen der in Rapport stehenden Theile wir auch voranstellen mögen. Mit einem Wort: die Füße des Maulwurfs sind zum Graben gemacht; Hals, Rüssel, Augen, Ohren und Fell sind für ein Leben unter der Erde berechnet, und das ist es, was wir gegenseitigen Bezug oder Nexus der Organe nennen.

Sechzehntes Kapitel.

Ersatz.

Ersatz ist am Ende nichts Anderes als eine Art von Nexus: wir haben hier nämlich die Fälle im Auge, wo die mangelhafte Bildung einer Körperparthie oder eines Organs durch den Bau einer andern Körperparthie oder eines andern Organs ersetzt wird. Wir geben folgende Beispiele:

I. Der kurze, unbiegsame Hals des Elephanten ist durch die Länge und Biegsamkeit seines Rüssels ausgeglichen. Ohne diesen Rüssel könnte er nicht auf den Boden reichen; oder auch angenommen, er nährte sich von Früchten, Blättern und Baumzweigen, wie sollte er trinken? Man fragt vielleicht, warum der Elephant einen so kurzen Hals bekam? Die Antwort darauf ist, daß ein so schwerer Kopf nicht leicht an einem längeren Hebel aufgehängt werden konnte. Die Bildung war also in einer gewissen Hinsicht nothwendig, in einer andern widersprach sie den Bedürfnissen des Thiers, und so wurde ein Organ eingeschoben, das den sich ergebenden Mangel vollkommen ausgleicht.

Behauptet man, dieser Rüssel habe in einer langen Reihenfolge von Geschlechtern durch das fortwährende Bemühen des Elephanten, seine Nase zu strecken, entstehen können, so frage

ich, wie während des Verlaufs dieser Rüsselbildung, ehe diese Verlängerung der Nase fertig war, das Thier leben konnte? Was wäre aus dem Individuum geworden, während die Gattung sich erst ausbildete? *

Unsere Aufgabe besteht gegenwärtig einzig darin, die Beziehung nachzuweisen, welche dieses Organ zu der eigenthümlichen Gestalt des Thiers hat, und wir finden auch hier wieder, daß Alles zusammenpaßt. Die Nothwendigkeit eines

---

* Von den täglichen Beweisen, daß viele Thiere der Zähmung fähig sind, müssen wir, wenn wir ihren Bau und ihre Instinkte betrachten absehen und in die Periode vor Erschaffung des Menschen zurückblicken, wo sie dieses Schutzes und dieser sorgfältigen Behandlung noch nicht genossen. Tausend übereinstimmende Zeugnisse sprechen dafür, daß es Zeiten gab, wo die Oberfläche der Erde wohl für Thiere, aber nicht für Menschen bewohnbar war; wo alle Thiergeschlechter nebeneinander lebten, jede Gattung mit ihrem Feinde, jede mit ihren Schutzmitteln, um einerseits zu starke Vermehrung, andererseits völlige Ausrottung zu verhindern. Das junge Pferd, das in seinem Gehege weder von einem Feind, noch von übler Behandlung etwas weiß, schaudert vor einem Schweine, überhaupt vor jedem rauhhaarigen, borstigen Thiere zurück.

Die Ergebnisse geologischer Forschung, welche in so engem Verbande mit dem Studium der vergleichenden Anatomie steht, berechtigen uns durchaus nicht zu der Annahme, daß sich die Thierarten im Laufe der Zeit vollkommener entwickelt hätten. Sie wurden erschaffen mit all den Charakteren, die sie jetzt noch an sich tragen, und die sie jetzt aufeinander vererben. Verhielte es sich anders, so müßten die Arten untergegangen seyn, oder sie müßten ihren Platz in dem allgemeinen Systeme von Angriff und Vertheidigung, durch welches der Schöpfer für ihre Fortdauer sorgte, verloren haben.

Man sollte meinen, die ausschweifende Vorstellung, als ob ein Thier seine mannichfachen Organe, oder seine äußerlichen Werkzeuge durch eigene stetige Anstrengung hervorgebracht hätte, müßte einer Zeit, wie die jetzige, ganz fremd seyn, da es so klar bewiesen ist, daß bei einem Thiere kein Formwechsel in einem Gliede, in einer Klaue oder einem Huf vorgehen, noch weniger ein ganzes neues Organ, wie der Elephantenrüssel auftreten kann, ohne daß damit eine entsprechende Veränderung des ganzen Körpersystems, der Knochen, der Zähne, des Magens, der Triebe und Neigungen, parallel ginge.

langen Rüssels ergibt sich aus der Kürze des Halses; die Kürze des Halses wurde nothwendig durch das Gewicht des Kopfes. Wollten wir in eine nähere Untersuchung des Rüssels und seines anatomischen Baus eingehen, so erblickten wir in demselben eines der bewundernswürdigsten Beispiele von thierischem Mechanismus. Zuerst mußte aus Ringen und Fasern eine lange, knorpligte Röhre gebildet werden; sodann sollte sich diese Röhre verlängern und verkürzen lassen; drittens war ihr das Vermögen zu ertheilen, sich in jeder Richtung nach dem Gutdünken des Thieres zu bewegen; hiezu kommt noch am Ende des Rüssels ein fleischigter Fortsatz von der Länge und Dicke eines menschlichen Fingers, der auch den Dienst eines Fingers versieht, und womit das Thier einen Strohhalm von der Erde aufheben kann. Die Vereinigung dieser Eigenschaften in einem und demselben Organ beweist nicht bloß überhaupt einen Plan, sondern auch ausgezeichnete Kunst.

II. Der Haken am Flügel der Fledermaus ist eine rein mechanische Vorrichtung, und erscheint auch als Ersatzmittel. Am Winkel des Flügels befindet sich eine gebogene Klaue, ganz wie ein Haken, vermittelst welcher sich die Fledermaus am Gestein in Höhlen und Gebäuden, und zwar an Spalten, Ritzen und Unebenheiten anklammert. An dieser Klaue hängt sie sich selbst auf, sie bleibt in dieser Lage hängen und fliegt so wieder davon, und all dies ist offenbar ein Ersatz für die mangelhafte Bildung ihrer Extremitäten. Ohne ihren Haken wäre sie das hülfloseste aller Geschöpfe. Sie kann weder auf ihren Füßen gehen, noch sich vom Boden erheben; diese Mängel werden durch den Mechanismus am Flügel ausgeglichen, und der Schöpfer wich von der sonst bei fliegenden Geschöpfen herrschenden Regel ab, indem er dort eine Klaue anbrachte; eine eigenthümliche Verkürzung forderte auch einen eigenthümlichen Ersatz.

III. Die Kraniche oder die sogenannten Stelzenläufer haben ihren Unterhalt im Wasser zu suchen; da sie aber keinen Schwimmfuß haben, so können sie auch nicht schwimmen.

Um ihnen diesen Mangel zu ersetzen, sind sie mit langen Beinen versehen, um im Wasser waten zu können, oder sie erhielten lange Schnäbel um damit umherzustöbern, oder gewöhnlich beides zugleich. Auch dies ist Ersatz. Dieses Beispiel macht uns zugleich darauf aufmerksam, wie jedes Gebiet der Natur seine ihm angemessenen Bewohner hat. Nicht nur ist die Oberfläche der tiefen Gewässer von zahlreichen Schwärmen von Schwimmvögeln belebt, auch Sümpfe und seichte Gewässer haben eine fast gleich zahlreiche Bevölkerung von watenden Vögeln aufzuweisen.

IV. Am Schnabel des gemeinen Papagei's ist ein Uebelstand zu bemerken, aber zugleich auch der Ersatz dafür. Wenn ich von Uebelstand rede, so habe ich das Dilemma im Auge, das sich in den Werken der Natur häufig herausstellt, daß nämlich der eigenthümliche Bau, der ein Organ zu dem einen Zweck befähigt, es nothwendig zu einem andern ungeschickt macht. Dies gilt auch vom vorliegenden Falle. Der obere Theil des Papageischnabels ist so stark gekrümmt und überragt den untern Theil so sehr, daß der Vogel seinen Schnabel kaum weit genug öffnen könnte, um sein Futter einzunehmen, wenn, wie es bei andern Vögeln der Fall ist, nur die untere Kinnlade beweglich wäre. Allein dieser Haken am obern Schnabel war für den Vogel von einer andern Seite Bedürfniß, denn er ist das eigentliche Werkzeug, womit er klettert; nichts von dem Dienste zu sagen, den er ihm beim Aufknacken von Nüssen und andern harten Körpern leistet, von denen er lebt. Wie sorgte nun die Natur für die gehörige Oeffnung eines so überbauten Mundes? Sie machte die obere Kinnlade so beweglich als die untere. Bei den meisten Vögeln ist das obere Stück des Schnabels mit dem Schädel verwachsen, so daß er Ein Stück mit demselben ausmacht, bei dem Papagei dagegen ist er mit dem Schädelknochen durch eine starke Membran verbunden, die zu beiden Seiten des Schnabels angebracht ist, so daß der Vogel ihn nach Belieben heben und senken kann.

V. Das Netz der Spinne erscheint als ein Ersatzmittel. Die Spinne lebt von Fliegen, ohne Flügel zu Verfolgung derselben zu besitzen. Die Gewinnung ihres Lebensunterhalts ist demgemäß eine Aufgabe, die ihre großen Schwierigkeiten zu haben scheint, die aber von der Natur durch eine Vorrichtung gelöst ist, welche das Thier auf keine Weise sich selbst hätte schaffen können, wenn nicht schon zum voraus ihr innerer wie ihr äußerer Bau besonders dazu eingerichtet gewesen wäre. *

---

* Ich weiß nicht leicht ein Thier, das geeigneter wäre, den Abscheu, welchen die Jugend beim Anblick mancher Naturgegenstände empfindet, überwinden zu lehren, als die Spinne. Das verachtetste Geschöpf kann ein Gegenstand der Bewunderung werden, und der Naturforscher kann es wählen, um uns die Wunder der Schöpfung vor Augen zu führen. Die Spinnen sind ein höchst interessantes Thiergeschlecht mit den mannichfaltigsten Instinkten und Werkzeugen. Das merkwürdigste der letztern ist der Apparat zum Spinnen und Weben, womit sie nicht nur Netze zum Fangen ihrer Beute, sondern auch Zellen als Wohnung und Versteck verfertigen. Die einen leben unter dem Boden, andere unter Wasser, und doch athmen alle Luft. Ihrer eigenthümlichen Organisation entsprechen ihre Instinkte. Die Wachsamkeit und die Gefräßigkeit mancher Spinnen, wann die Schwingungen ihres Gewebes verkünden, daß eine Beute ins Netz gegangen, sind bekannte Dinge. Andere haben den Scharfblick und die Gewohnheiten des Luchses oder Tigers: sie kauern sich in einem Versteck zusammen und machen dann einen Satz auf ihr Schlachtopfer. Einige verbergen sich unter einer gesponnenen Kappe oder Röhre, und strecken bloß ihre sechs Augen hervor; andere bohren ein Loch in die Erde, verstreichen es so sorgfältig, als ob es mit Kelle und Mörtel gemacht wäre, und bekleiden es dann mit zierlichen Vorhängen. Außerordentliche Kunstfertigkeit verräth namentlich die Spinne, welche ihr Gehäuse mit einer Fallthüre schließt. Diese Thüre am Eingange der Zelle hat Rahmen und Angel, und ist so eingerichtet, daß die Zange der Spinne sie geschlossen halten kann. Geht sie aus oder ein, so schließt sich, nach Kirby's Angabe, die Thüre von selbst. Doch eine noch seltsamere Wohnung hat die Wasserspinne, nämlich unter Wasser, und das Gehäuse hat am untern Theile eine Oeffnung zum Aus- und Eingehen. Obgleich ganz im Wasser, hält diese Zelle, gleich einer Taucherglocke, atmosphärische Luft in sich, in welcher die Spinne athmet. Die Spinne kommt an die Oberfläche; eine Luftblase hängt sich an ihren Körper; mit dieser Luft steigt sie wieder hinab und begibt sich unter ihre Zelle,

VI. Bei vielen Insektenarten ist das Auge unbeweglich, das Thier somit nicht im Stande, seine Pupille auf den Gegenstand hinzuwenden. Dieser große Mangel ist jedoch durch einen Mechanismus, den wir nicht vermuthet hätten, vollkommen ausgeglichen. Das Auge ist nämlich ein Vergrößerungsglas mit einer Linse, die nach allen Richtungen sieht, und somit jeden Gegenstand auffaßt. Auf diese Weise ist der Gesichtskreis beim Insekt so groß, als bei andern Thieren, obgleich der Augapfel feststeht. Als das Netzwerk des Insektenaugs zuerst beobachtet wurde, mußte namentlich die ungeheure Menge und Kleinheit der Augenfacetten in Erstaunen setzen. Nach Adams wurden vierzehnhundert derselben an den zwei Augen einer Drohne gezählt.

Bei andern Insekten leistet die Zahl und Stellung der Augen selbst den erforderlichen Ersatz. Die Spinne hat acht Augen, die an verschiedenen Theilen des Kopfes sitzen: zwei an der Stirne, zwei am obern Theile des Kopfes, je zwei an jeder Seite desselben. Diese Augen sind zwar unbeweglich,

---

in welche nun die von der Spinne selbst sich losmachende Luft einströmt. Auf diese Weise lebt sie, obgleich unter Wasser, dennoch in der atmosphärischen Luft. Die Oberfläche dieses Thieres muß besondere Eigenschaften haben, vermöge welcher es bei der Bewegung im Wasser von einer Atmosphäre umgeben ist, so daß es unter demselben leben und dabei doch Luft athmen kann.

Das Hauptwerkzeug, mit welchem die Spinne alle diese Wunder verrichtet, ist ihr Spinnapparat. Die Materie, aus welcher die Fäden gesponnen werden, ist eine in gewissen Zellen befindliche Flüssigkeit. Die Ausführungsgänge dieser Zellen öffnen sich in kleinen vorspringenden Wärzchen, und die Luft verändert diese Flüssigkeit so rasch, daß sie, kaum aus dem Körper getreten, zu einem zähen, festen Faden wird. Vierundzwanzig solcher Fäden sind zusammen so dick, wie das Gespinnst des Seidenwurms. Die Spinnen produciren auf diesem Wege wenigstens dreierlei Material, wie es ihre verschiedenen Bauten erheischen: eines wird mit Erde vermischt zum Bau der Zellen, mit dem andern werden letztere wie mit feiner Baumwolle ausgefüttert, aus dem dritten werden leichte, fliegende Fäden gesponnen, mittelst welcher sie durch die Luft wandern, so wie jene so geometrisch genau gewobenen Maschen, in denen sich ihre Beute fängt.

allein so angebracht, daß das Thier damit Alles, was zu Befriedigung seiner Bedürfnisse dient, oder seine Sicherheit bedroht, zu übersehen vermag.

VII. Die Memoiren zur Naturgeschichte der Thiere, die im Jahre 1687 von der französischen Akademie herausgegeben wurden, berichten uns mehrere merkwürdige Einzelnheiten von dem Auge des Chamäleons. Statt zweier Augenlieder besitzt es bloß eines, das in der Mitte ein Loch hat. Diese sonderbare Einrichtung scheint auch ein Ersatzmittel zu seyn und andern Eigenthümlichkeiten im Bau des Thieres zu entsprechen. Der Hals des Chamäleons ist unbeweglich. Um dies auszugleichen, steht das Auge so weit vor, daß mehr als die Hälfte des Augapfels außerhalb des Kopfes liegt. Durch dieses ungewöhnliche Hervortreten wird es möglich, daß der Augapfel durch Muskeln in jeder Richtung bewegt, und auf jeden Gegenstand hingelenkt werden kann. Unter diesen Umständen mußte nun aber der so sehr ausgesetzte Augapfel nicht nur mehr als gewöhnlich vom Augenlied geschützt, es mußte auch zu seiner Befeuchtung für einen ungewöhnlich starken Zufluß von Feuchtigkeit gesorgt werden; bei der starken Wölbung des Auges hätte sich aber, so scheint es, ein in der gewöhnlichen Weise gebildetes Auglied nicht recht bewegen können. Dieser Schwierigkeit hilft nun das Loch im Augenliede ab. Es setzt das Thier in den Stand, den größern Theil der Oberfläche des Auges unter einem Deckel zu verwahren, und dasselbe fortwährend in gehöriger Feuchtigkeit zu erhalten, ohne daß das Licht dabei ganz ausgeschlossen und ohne daß jeden Augenblick eine Bewegung des Augenlieds nothwendig ist, was ohne Zweifel gerade diesem Thiere besonders lästig gewesen wäre.

VIII. Bei einem andern Thiere und auf einem andern Gebiete des thierischen Haushalts erwähnen eben diese Memoiren einer sehr merkwürdigen Substitution. Der Leser erinnert sich, was wir früher vom Darmkanal bemerkt haben, daß nämlich seine Länge, welche die des Körpers oft so vielmal übertrifft, die Ausscheidung des Milchsaftes aus den

Nahrungsmitteln vermittle, indem sie die Milchgefäße auf größerem Raume ihre Thätigkeit entwickeln läßt. Dieser lange Kanal ist gewöhnlich bei den Thieren von einer Seite der Bauchhöhle zur andern in Schlingen gelegt. Beim Thiere, von dem hier die Rede ist, erscheint die Bildung ganz anders: derselbe Zweck ist hier auch auf mechanischem Wege, aber durch einen ganz andern Mechanismus erreicht. Dieses Thier ist ein vierfüßiges Amphibium, das die genannten Verfasser **Alopecias** oder Seefuchs (Seedrache) nennen. Der Darmkanal verläuft hier gerade vom einen Ende des Körpers zum andern; allein in diesem geraden, somit kurzen Eingeweide befindet sich ein gewundener, spiralförmiger Gang, gleich einem Korkzieher, durch welchen die Nahrung nicht ohne mancherlei Windungen und daher in der That auf einem langen Wege zu ihrem Ausgangspunkt gelangt. Hier wurde die Kürze des Eingeweides durch die schiefe Ausbohrung desselben compensirt.

IX. Man weiß ja, wie reich die schöpferische Natur an Hülfsmitteln ist. Wo uns ein Wesen völlig hülflos erscheint, wo wir nur Mängel aufzuzählen wissen, da stellt sich immer eine kunstreiche Vorrichtung ein, um für den angeblichen Mangel Ersatz zu leisten. Eine Schnecke, ohne Flügel, ohne Füße, ohne Spinnfäden, erklimmt den Pflanzenstengel bloß mittelst einer klebrigten Feuchtigkeit, die ihre Haut ausscheidet. Sie sitzt auf Stengeln, Blättern und Früchten mittelst einer Art von Heftpflaster fest. Ein Muschelthier, das in seiner Hülflosigkeit jeder Welle, die über dasselbe strömt, preisgegeben scheint, besitzt das eigenthümliche Vermögen, starke, sehnigte Fäden zu spinnen, vermitelst welcher es seine Schaale an Felsen und Holzstücke befestigt. Eine Meerschnecke dagegen gräbt sich mit Hülfe ihrer steifen Zunge eine Höhle in den Sand. In den scheinbar verzweifeltsten Fällen findet die Natur Auskunftsmittel. Die Körperbildung des Seekrebses bedingt eine so bedeutende Schwierigkeit, daß man schwerlich zum voraus erriethe, wie hier die Natur geholfen hat. Bei den meisten Thieren wächst die Haut

zugleich mit dem übrigen Körper. Hat das Thier anstatt der Haut eine Schaale, so ist sie sonst immer so gebildet, daß sie sich allmählig erweitern läßt. Besteht die Schaale, wie bei der Schildkröte, aus mehreren Stücken, so setzt sich beim Wachsthum die neue Substanz an den Nähten an. Zweischaalige Muscheln vergrößern sich, indem sich neuer Stoff an die Ränder ansetzt; Schnecken wachsen auf dieselbe Weise an der Mündung. Beim einfachen Bau dieser Thiere geht dies wohl an; allein die Schaale des Seekrebses ist sowohl an die Glieder als an den Körper selbst angewachsen, und somit kann hier keine der beiden Arten von Wachsthum, die wir sonst bei Schaalen beobachten, in Anwendung kommen. Ihre Härte widersteht der Ausdehnung; bei ihrer mannichfachen Gliederung ist ein Substanzzuwachs an den Rändern unmöglich. Wie sollte nun der Seekrebs dennoch wachsen? Sollte ihm in der alten Schaale Platz gemacht oder sollte er von Zeit zu Zeit mit neuen Schaalen versehen werden? Wie sollte sich im letztern Fall der Krebs aus seiner Schaale herauswinden? wie sollte er seinen Schild ablegen, wie die Beine aus seinen Stiefeln ziehen? Der Prozeß geht nach der Beobachtung von Fischern auf folgende Weise vor sich. Zu gewissen Jahreszeiten erweicht sich die Schaale des Seekrebses; das Thier schwellt seinen Körper auf, die Nähte öffnen sich, und die Scheeren bersten an den Fugen. Liegt einmal die Schaale lose am Körper, so macht das Thier eine zweite Anstrengung, und schüttelt mit einer zitternden, krampfartigen Bewegung seine Hülle vollends ab. In diesem Zustande zieht sich der befreite, aber nun schutzlose Krebs in Felsenlöcher zurück. Der unbedeckte Körper wächst nun außerordentlich schnell. In achtundvierzig Stunden ist die von seinem Körper ausschwitzende Feuchtigkeit wieder verhärtet, d. h. eine neue Schaale gebildet, die den vergrößerten Dimensionen des Thiers angemessen ist. Dieser bewundernswürdige Wechsel wiederholt sich jedes Jahr.

Wenn man von Mängeln spricht, die durch keinen Ersatz ausgeglichen seyen, so sind es wohl immer nur scheinbare

Mängel. Man hat dem Faulthier schon oft die Langsamkeit seiner Bewegungen vorgeworfen, und den Grund derselben in einer unvollkommenen Bildung seiner Glieder gesucht. Allein es ist zu bemerken, daß nur durch diese Trägheit die Gefräßigkeit des Thiers beschränkt wird. Es fastet nothgedrungen während seiner Wanderung von einem Baume zum andern, und dies Fasten ist nothwendig, um seine überladenen Gefäße zu erleichtern, und der Masse von rauhen, harten Nahrungsstoffen, die es zu sich genommen, Zeit zur Verdauung zu gönnen. Die Trägheit seiner Bewegung scheint in genauer Beziehung zu der Capacität seiner Verdauungsorgane und seiner Freßlust zu stehen, d. h. sie ist darauf berechnet, den Wirkungen der Ueberfüllung zu begegnen.

Es gibt wohl auch Fälle, wo ein bemerkter Mangel ein rein künstlicher ist, und dann schon in der Ursache, die den Mangel herbeiführte, seinen Ersatz findet. So z. B. entbehrt das Schaf im zahmen Zustande, in dem wir es gewöhnlich sehen, der gewöhnlichen Mittel zur Vertheidigung oder zur Flucht; es vermag sich weder zu wehren, noch zu entrinnen. Nicht so das Schaf in seinem wilden Zustande: da ist es flink und munter. Wenn es nun auch diese Eigenschaften bei seiner Zähmung durch den Menschen verliert, so ist der Verlust durch den Schutz, den ihm der Mensch gewährt, wieder aufgewogen. Es gibt vielleicht kein vierfüßiges Thier, das so wenig wie das gezähmte Schaf von den Angriffen der Raubthiere zu leiden hat.

Um unsere Ansicht deutlicher zu machen, suchten wir den Ersatz, wie ihn die Natur leistet, an einzelnen eigenthümlichen Bildungen nachzuweisen, wo er am augenfälligsten ist. Diese Art der Betrachtung beschränkt nun nothwendiger Weise die Beispiele auf einzelne Thierarten. Es gibt aber auch Ausgleichungen der Art, die wohl eben so überzeugend und über ganze große Klassen, über einen bedeutenden Theil der belebten Natur verbreitet sind.

I. Bei den vierfüßigen Thieren ist die mangelhafte Zahnbildung gewöhnlich durch die Funktion des Wiederkauens

ausgeglichen. Die Geschlechter Schaf, Hirsch, Ochs haben keine vordern Zähne in der obern Kinnlade;* diese Thiere kauen wieder. Das Pferd und der Esel sind mit Zähnen in der obern Kinnlade versehen und kauen nicht wieder. Bei den erstgenannten Geschlechtern gelangt Gras und Heu so ziemlich in dem nämlichen Zustand in den Magen, wie es von der Weide oder der Raufe abgefressen wurde. Im Magen wird es durch den Magensaft, mit dem diese Thiere sehr reichlich versehen sind, erweicht; so zubereitet gelangt es zum zweiten Male in das Maul, wo die Backzähne behaglich die nothwendige, bisher unvollständige Zermalmung vornehmen. Ich sagte: die nothwendige Zermalmung, denn es ergibt sich aus Versuchen, daß der Magensaft der Schafe und anderer Wiederkäuer die Pflanzen nicht verdaut, wenn sie nicht vorher zerkaut sind, sondern sie nur einweicht, wie es gewöhnliches Wasser mit derselben Temperatur thun würde. Sind aber die Pflanzen durch das Kauen verkleinert, dann bewährt er an denselben vollkommen seine eigenthümliche Kraft. Seine erste Einwirkung bestand bloß darin, das Futter zu erweichen und seine natürliche Consistenz aufzuheben; erhält er sie zum zweiten Male zur Bearbeitung, so verdaut er sie so vollkommen, daß auch die zähesten Theile, z. B. die Rippen der Blätter gänzlich zersetzt werden.

Sehr wahrscheinlich wird auch das Wohlbehagen des Thiers durch diese Funktion erneuert und verlängert. Schafen, Hirschen und Ochsen ist sichtlich wohl, so lange sie ihr Futter wiederkäuen; vielleicht schmeckt es ihnen gerade dann am besten. **

---

* Man sehe die Abhandlung von den Zähnen im Anhang.

** Wo nur ein Samen keimen kann, da sprossen auch Pflanzen hervor, und wo sich verdauliche Substanzen finden, da stellen sich auch Thiere ein, die davon leben, und die Art des Futters bestimmt die Organisation des Geschöpfes, nicht als ob letztere ein Resultat jener wäre, sondern der Bau ist auf die Nahrung berechnet. Die Klasse der Wiederkäuer lebt von gröbern Grasarten, wo sie in Menge wachsen, aber im Verhältniß zur Masse ist hier nur wenig wirklicher

II. Noch augenfälliger ist der Ersatz bei den Vögeln. Sie haben gar keine Zähne. Was ward ihnen zur Entschädigung für diesen bedeutenden Mangel? Ich spreche hier nur von körner- und grasfressenden Vögeln, wie das Hausgeflügel, Truthühner, Enten, Gänse, Tauben u. s. w., denn nur auf sie bezieht sich die hier aufgeworfene Frage. Allen diesen Vögeln nun kommt ein eigenthümlicher, ausnehmend kräftiger Muskel zu, der sogenannte Fleischmagen, dessen innere Haut mit rauhen Runzeln versehen ist, die sich aufeinander reiben, und dadurch die harten Nahrungsstoffe so kräftig zerbrechen und zermahlen, als ob es eine Kaffeemühle wäre, deren Mechanismus ein ganz ähnlicher ist. Es wurde durch genaue

---

Nahrungsstoff. Daher war hier ein weitläufigerer Apparat erforderlich, um die kleinere Quantität eigentlichen Nahrungsstoffes, der zur thierischen Assimilation tauglich ist, sorgfältig auszusondern. Zu dem Ende wurde eine vorläufige Einweichung des Futters im ersten Magen, dann eine zweite Kauung und die Versetzung desselben in einen zweiten und dritten Magen angeordnet, um die endliche vollkommene Verdauung im letzten Magen herbeizuführen. Ist Alles verdaut, so ist der eigentliche Nahrungsstoff im Verhältniß zur ganzen Masse immer noch gering; damit nun aber diese kleine Quantität gehörig absorbirt und dem Blutsysteme zugeführt werde, muß der Darmkanal lang und verschlungen seyn, sich dem schnellen Durchgang der Nahrungsmittel widersetzen und sie so lange als möglich aufhalten. Und auf diese Weise sehen wir beständig einen Nexus zwischen dem vielgestalteten Magen nnd der Länge der Eingeweide, und zwischen diesen beiden Momenten und der Beschaffenheit der Nahrung. Es ist ferner höchst merkwürdig, daß, wenn Thiere von derselben Art in verschiedenen Himmelsstrichen leben, die auch hinsichtlich der Fülle des Futters nicht gleich sind, ihre Verdauungsorgane sich darnach bequemen. Wo das Futter reichlich ist, da ist der Bau der Eingeweide, sofern er die Bestimmung hat, den Durchgang der Nahrungsmittel aufzuhalten, weniger complicirt. Wo das Futter kärglicher ist, da ist der Darmkanal länger und der Klappenapparat entwickelter. Diese Beobachtung wurde von Sir Everard Home gemacht, indem er den Kasuar von Java mit dem von Neu-Süd-Wales, und den amerikanischen Strauß mit dem afrikanischen verglich. Dasselbe wurde auch am Schafe von Leicestershire gegenüber dem Schaf der schottischen Hochlande beobachtet.

Versuche ermittelt, daß der Magensaft dieser Vögel die ganzen Körner gar nicht angreift, selbst dann nicht, wenn sie vorher im Wasser oder im Kropf eingeweicht worden sind. Ohne diese Mahlmaschine in seinem Körper müßte daher ein Huhn auf einem Kornhaufen Hungers sterben. Wie fanden sich nun aber Schnabel und Mahlmaschine zusammen? Warum trifft man nirgends einen solchen Fleischmagen, wo Zähne sind?

Der Fleischmagen kommt jedoch nicht den Vögeln als solchen zu. Bei den Raubvögeln findet er sich nicht: ihre Nahrung braucht in keiner Mühle gemahlen zu werden. Das Ersatz leistende Organ ist gerade nur so weit verbreitet als das Bedürfniß. In beiden Vogelklassen jedoch steht das verdauende Organ im Innern des Körpers in genauer und zwar mechanischer Beziehung zu den äußern Werkzeugen der Ernährung. Der glatte häutige Magen ist der Begleiter des krummen Schnabels, der kurzen muskulösen Beine, der starken, scharfen, gebogenen Klauen; der Fleischmagen findet sich überall neben jener Bildung des Schnabels und der Zehen, die den Vogel auf das Picken von Samenkörnern und das Abweiden von Pflanzen verweist. *

---

* Wir haben gesagt, es sey Zweck der Natur, überall thierisches Leben zu fördern und Wohlbefinden zu verbreiten; überall, wo sich Stoffe finden, welche durch den Prozeß der Verdauung dem thierischen Körper assimilirbar sind, sehen wir Thiere sich einfinden mit Verdauungswerkzeugen, die auf die vorhandene Nahrung berechnet sind. Gewiß gibt es nichts Merkwürdigeres, als die stellvertretende, die sich gegenseitig ersetzende Thätigkeit des Magens und des Mundes. Wir finden, z. B., daß, wo ein Schnabel das Kauen im Munde unmöglich macht, der Magen dies Geschäft verrichtet; in diesem Falle besitzt derselbe Muskeln, die so kräftig als Kinnbacken und Zähne sind. Was aber bei diesem Apparat die Stelle der Zähne vertritt, das wird fortwährend erneuert. In der That hätte im vorliegenden Fall keine mechanische Anordnung von Kinnladen und Zähnen den Zwecken der Natur entsprochen; Knochen und Schmelz, wie wir sie im Zahne vereinigt sehen, hätten der Reibung des Fleischmagens nicht zu widerstehen vermocht, und es ist daher eine der bewundernswürdigsten

III. Eine sehr zahlreiche und weitverbreitete Klasse von Landthieren hat gar keine Füße, bewegt sich aber nichtsdestoweniger von Ort zu Ort, und zwar ungemein rasch und gewandt. Wie ist nun hier der Mangel an Füßen ersetzt? Durch die Lagerung der Muskeln und Sehnen des Rumpfes. In Folge der richtigen Anordnung und des Zusammenwirkens von kreisförmigen und der Länge nach verlaufenden Fasern, welche Ringe und Stränge vorstellen, ist der Körper der kriechenden Thiere einer wechselsweisen Verkürzung und Verlängerung, Zusammenziehung und Ausdehnung fähig. Das Resultat dieser Muskelthätigkeit ist eine fortschreitende, manchmal ausnehmend rasche Bewegung des ganzen Körpers in jeder dem Thiere beliebigen Richtung. Das niedrigste Geschöpf ist eine Welt von Wundern. Das Spiel der Ringe bei einem kriechenden Regenwurm, die wellenförmige Bewegung, die sich längs des ganzen Körpers verbreitet, die Bärte oder Stacheln, mit denen die Ringe besetzt sind, und die das Thier entweder fest an seinen Körper anlegen oder hervortreten lassen kann, um sich an den Unebenheiten der Fläche, über die es hinkriecht, festzuhalten, das ihm hiedurch verliehene Vermögen, seinen Ort und seine Stellung zu verändern, alles dies weist uns, wenn wir es mit den

---

Einrichtungen der Natur, daß sie für Werkzeuge zum Zermalmen der Nahrung durch den Instinkt des Thieres gesorgt hat, indem der Vogel harte Steinchen, meist solche, welche aus Kieselerde bestehen, verschluckt. Ja der Prozeß des Kauens, wenn der Ausdruck hier erlaubt ist, geht im Fleischmagen vollständiger vor sich als beim complicirtesten Zahnapparat, und es wird daher auf diese Weise dem Futter eine größere Quantität Nahrungsstoff abgewonnen. Solche Reib- oder Fleischmägen finden sich aber auch fast in allen Thierklassen, namentlich bei Reptilien. Die Seeschildkröte hat einen solchen sogenannten Muskelmagen. Unter den Fischen haben die Barbe und manche Salmarten Muskelmägen; der Tintenfisch, der Nautilus, und sogar der Regenwurm haben einen Kropf und einen Fleischmagen. Bei Insekten finden wir, je nachdem sie von Blättern leben oder Blut saugen, die nämliche Verschiedenheit im Bau ihrer Eingeweide und Assimilationswerkzeuge, wie zwischen dem Ochsen und dem Löwen.

Bewegungswerkzeugen anderer Thiere vergleichen, auf einen neuen, diesem besondern Fall angepaßten Mechanismus hin. Denken wir uns einmal, wir hätten noch nie ein Thier gesehen, das sich ohne Füße bewegt, und man stellte uns die Aufgabe, Muskelkraft, d. h. wechselsweise Zusammenziehung und Erschlaffung der Faser als gegeben vorausgesetzt, ein solches Thier so zu construiren, daß es willkührlicher Ortsveränderung fähig ist. Vielleicht würde der Scharfsinn eines Künstlers auf etwas Aehnliches, wie auf die Organisation eines Reptils verfallen, und es etwa in einem Automaten mittelst wohlberechneter Combination von Federn, Drähten und Ringen ausführen; man würde dann aber dem gelösten Problem sicher das Lob scharfsinniger Erfindung und glücklicher Ausführung nicht vorenthalten, und keinem Menschen würde es je einfallen zu zweifeln, ob Verstand und Ueberlegung dabei thätig gewesen oder nicht. *

---

* Was wir in der vorigen Note zur Sprache gebracht, gilt auch von der Bewegung der Thiere. Es gibt in der That keine Betrachtung, die dem Zweck dieses Buchs besser entspräche, als die Vergleichung der unendlich mannichfaltigen Bewegungsorgane der Thiere, von der sogenannten Seelunge an, die wie Schaum auf dem Wasser schwimmt, bis zum Adler oder der Antilope. Das von Linné „Medusa“ benannte Geschlecht begreift jene gallertartigen Thiere, die auf der See treiben. Einige derselben wiegen, wenn man sie aus dem Wasser nimmt, gegen fünfzig Unzen, getrocknet aber nicht mehr als fünf bis sechs Gran. Demnach sollte es scheinen, daß sie das specifische Gewicht des Wassers haben, und dies bedingt denn auch ihre eigenthümliche Organisation und Lebensweise, namentlich erklärt es ihre Art, sich zu bewegen, wenn hier anders von Bewegung die Rede seyn kann; denn sie sind in hohem Grade passiv, und werden eigentlich bloß durch den Wind auf den Wellen umher getrieben. Das Thier erscheint als eine mit Luft angefüllte Blase, die bei mehreren Arten über das Wasser emporragt, und von Wind und Wellen geschaukelt wird, wie ein mit Gas gefüllter Ballon, der ins Wasser gefallen ist. Die Wände dieser Blase sind muskulös, und das Thier kann, je nachdem es die Luft an sich hält, oder ausstößt, entweder von dem Winde Vortheil ziehen und sich dann mit großer Geschwindigkeit von der Stelle bewegen, oder sich unter die Oberfläche hinablassen und dann bloß mit dem Strome schwimmen. Man nimmt

wohl mit Recht an, daß die Luft, die das Hauptbewegungsmittel dieses Thieres ist, in ihm selbst erzeugt wird.

Einige dieser Thiere strecken Fühlhörner in das Wasser aus, mit welchen sie ihre Nahrung ergreifen, und vielleicht auch ihre Bewegungen lenken. Sie besitzen das Vermögen, dieselben zu verlängern oder gerade auszustrecken, und zwar dadurch, daß sie durch die Zusammenziehung von Bläschen an ihrer Basis Wasser in ihr Gewebe pumpen. Manche Arten dieser Thiere strecken einen platten Kamm aus dem Wasser empor, was noch größere Aehnlichkeit mit einem Segel hat.

Von den Flossen der Fische, von den Schwingen der Vögel, von dem Schwimmfuße der Ente ist bereits die Rede gewesen. „Das geringste Geschöpf ist eine Welt von Wundern.“ Beim Regenwurm oder der Raupe reckt sich der Kopf oder der vordere Theil des Körpers vorwärts, bis er den Boden berührt, und klammert sich leicht an diesen an, während der hintere Theil des Körpers vorwärts gezogen wird. Bei manchen Würmern und Raupen bemerkt man bei näherer Betrachtung eigene Organe zum Kriechen, und die Anatomie weist einen vollkommenen Apparat von Muskeln nach, welche in diese äußern Erhöhungen verlaufen, wodurch sich jede derselben als ein eigenthümlicher Fuß darstellt. Nichts aber ist interessanter, als die Verwandlung der Larve in ein geflügeltes Insekt; da verschwinden allgemach diese Muskeln nebst den zu ihnen gehörigen Nerven; neue Muskeln, neue Nerven, neue Kräfte treten im Geschöpfe auf, das noch vor Kurzem in einer Stunde einen Zoll weit kroch, und befähigen es nun, das flüchtigste Pferd zu überholen oder mit dem Winde zu segeln. Personen, die auf Eisenbahnen reisen, sehen Bienen fortwährend um sich herumschwärmen, und diese Thiere legen auf diese Weise in der Stunde sechzig Meilen zurück. Am merkwürdigsten ist der Contrast zwischen dem Fluge der Fledermaus und der Bewegung des Maulwurfs, indem mit geringen Modifikationen dieselbe Organisation für die Bewegung in der Luft und für die Bewegung unter der Erde berechnet ist.

Siebenzehntes Kapitel.

Der Nexus zwischen dem lebenden Körper und der unbelebten Natur.

Wir haben bereits von Nexus in verschiedenen Beziehungen gesprochen, doch nur vom Nexus zwischen verschiedenen Organen, zwischen den Theilen eines Thiers und andern Theilen desselben Thiers oder eines andern Individuums der nämlichen Art.

Allein die thierischen Körper stehen durch ihre Eigenschaften und ihren ganzen Bau in engem, bedeutsamem Nexus mit der gesammten äußern Natur, mit den unbelebten Substanzen und deren specifischen Eigenschaften; mit andern Worten: die Thiere stehen im engsten Nexus mit den Elementen, von denen sie umgeben sind.

1. Kann ein Zweifel darüber obwalten, ob die Flügel der Vögel mit der Luft, die Floßen der Fische mit dem Wasser in Nexus stehen? Beides sind Bewegungswerkzeuge, die auf mannichfache Art den Eigenschaften des Mediums angepaßt sind, in welchem die Bewegung auszuführen ist. Diese Eigenschaften sind aber verschieden. Wurde nun nicht eben diese Verschiedenheit berücksichtigt, als die Werkzeuge eine verschiedene Einrichtung erhielten?

2. Beim thierischen Ohr kommt es hinsichtlich seiner Verrichtung nicht bloß darauf an, daß es überhaupt mit einem Fluidum umgeben ist, sondern auf die specifischen Eigenschaften dieses Fluidums. Nicht jedes Fluidum wäre geeignet: das Ohr bedarf eines Elementes, dessen kleinste Theile einander

abstoßen, d. h. eines elastischen Mediums; durch die aufeinanderfolgenden Wellen, welche ein solches Medium bildet, werden die Schwingungen der Körper zum Organ fortgeleitet, und damit die Verbindung zwischen dem Sinnenobjekt und dem Sinn vermittelt, und dies muß geschehen seyn, ehe die innere Maschinerie des Ohrs, so fein sie ist, wirken kann.

3. Die Organe der Stimme und des Athemholens sind, was den Erfolg ihrer Thätigkeit betrifft, gerade wie das Ohr, an die besondern Eigenschaften des Fluidums gebunden, von welchem das Thier umgeben ist. Sie sind, wie das Ohr, unter der Voraussetzung gebaut, daß eben ein solches Fluidum, das diese besondern Eigenschaften hat, beständig gegenwärtig ist. Man ändere die Eigenschaften dieses Fluidums, und das Organ muß unthätig bleiben; oder man ändere das Organ, dann werden die Eigenschaften des Fluidums unwirksam seyn. Organ und Luft sind daher für einander gemacht. Ob man nun sagt, das Organ sey für das Element gemacht (was die natürlichste Betrachtungsweise scheint), oder ob man sich umgekehrt ausdrückt und das Element für das Organ gemacht seyn läßt, ist ganz gleichgültig.

4. Wir haben es jedoch noch mit einem andern Fluidum zu thun, das ganz besondere Eigenschaften hat, und nach Gesetzen wirkt und modifizirt wird, die von denen der Luft und des Wassers durchaus verschieden sind; ich meine das Licht. Für dieses neue, eigenthümliche Element, mit seinen nur ihm zukommenden Eigenschaften, die in der ganzen übrigen, uns bekannten Natur nichts Analoges haben, wurde ein Organ berechnet, ein Werkzeug gebaut, das unter allen übrigen Körpertheilen eben so einzig dasteht und hinsichtlich seiner Form, so wie hinsichtlich des Stoffs, aus dem es gemacht ist, sich von allen andern Organen ebenso auffallend unterscheidet, wie das Element, mit dem es in Rapport steht, von allen uns umgebenden Substanzen specifisch verschieden ist. Wenn dies nicht Berechnung beweist, so möchte ich wohl wissen, wie sie überhaupt zu beweisen wäre.

Und doch stehen Licht und Sehorgan, trotz dem Nexus zwischen ihren beiderseitigen Eigenschaften und Kräften, durchaus ursprünglich in keiner Verbindung mit einander. Die Einwirkung der Lichtstrahlen auf die Oberfläche der Thierkörper hat nicht im Entferntesten die Tendenz, Augen in den Köpfen derselben zu erzeugen. Die Sonne mag noch so lange auf lebende Körper scheinen, es wird sich nicht die mindeste Spur zeigen, daß sie einen Gesichtssinn hervorzubringen im Begriffe sey. Auf der andern Seite wird ebenso wenig das Licht durch das thierische Auge erzeugt.

5. Im ganzen Universum findet eine wunderbare Proportion zwischen allen Dingen statt. Die Größe der Thiere, namentlich aber die Größe des Menschen, im Verhältniß zu andern Geschöpfen und zu den ihn umgebenden Pflanzen, ist ganz mit Rücksicht auf seine Bedürfnisse gewählt. Weder ein Riese noch ein Pigmäe hätte mit der Leichtigkeit, wie wir es jetzt thun, Ziegen melken, Korn schneiden, Gras mähen, Pferde reiten, Reben pflanzen, Schafe scheeren können. Ein Zwerg hätte sich im Schilfgras verloren, oder wäre von den Raubvögeln durch die Luft entführt worden. *

Es ist weiter zu bemerken, daß bei der einmal gewählten Form unsers Körpers, und bei den Materialien, aus denen er besteht, eine bedeutend größere Masse durch ihr eigenes Gewicht zusammen gebrochen wäre. Eine Tendenz hiezu verräth sich bei Personen, deren Körper das gewöhnliche Größenmaaß merklich übersteigt.

6. In welch enger Beziehung stehen ferner Land und See zu ihren verschiedenen zahllosen Bewohnern; wie genau wurde die Natur dieser Bewohner den ihnen angewiesenen Wohnplätzen angepaßt!

Man nehme die Erde wie sie ist, und betrachte, in welcher Harmonie die Kräfte ihrer Bewohner mit der Beschaffenheit und den Eigenthümlichkeiten des Bodens stehen, auf

---

* Man sehe im Anhang die Abhandlung über die Knochen großer Thiere.

dem sie wandeln. Man nehme diese Bewohner wie sie sind, und betrachte die Substanzen, welche die Erde zu ihrem Gebrauche hervorbringt. Sie können ihre Oberfläche umarbeiten, und diese Oberfläche bietet ihnen Alles, was sie nöthig haben. Soweit reichen ihre Kräfte, und der Erdball und sie selbst sind so constituirt, daß dies zu Befriedigung aller ihrer Bedürfnisse gerade hinreicht.

Gehen wir weiter von der Erde zur See, vom Lande zum Wasser, so wechselt auf einmal die ganze Scene; allein diesem Wechsel steht ein entsprechender Wechsel aller thierischen Formen, Verrichtungen und Bedürfnisse zur Seite, und der Einklang bleibt. Die Erde ist sehr verschieden von der See, und die See von der Erde, allein die eine paßt so gut zu ihren Bewohnern als die andere.

7. Der letzte Nexus dieser Art, dessen ich erwähnen will, ist der zwischen dem Schlafe und der Nacht, denn dieses Verhältniß scheint mir ein ausdrücklich beabsichtigtes. Zwei Dinge sind vorerst klar: erstens, daß der thierische Körper des Schlafes bedarf; zweitens, daß die Nacht ein Schweigen und einen Stillstand aller Thätigkeit in ihrem Gefolge hat, welche uns gestatten, der nöthigen Ruhe ohne Unterbrechung und somit ohne Zeitverlust zu pflegen. Das thierische Leben beruht auf einem Wechsel von Thätigkeit und Schlummer; allen beiden hat die Natur eine besondere Zeit angewiesen. Ein Thier, das keiner Ruhe bedürfte, wollte immer im Tageslicht leben. Ein Thier, das, obwohl zur Thätigkeit und zum Genusse in der Thätigkeit berufen, einer Erneuerung seiner Kräfte durch den Schlaf bedarf, hat eine Constitution, die dem Wechsel von Tag und Nacht entspricht. Dauerte namentlich im Menschengeschlecht das Geräusch, die Arbeit, die Bewegung bei fortwährender Gegenwart des Lichts beständig fort, so vermöchte Niemand des Schlafs zu genießen, ohne Störung durch das Geräusch und ohne einen Zeitverlust, den sich die Erwerbslust nur ungern gefallen ließe. Es ist daher ein Glück für die Menschheit, es ist eine den natürlichen Bedürfnissen des Körpers angemessene Einrichtung, daß die Natur

schon durch die Anordnung ihrer Elemente innerhalb bestimmter, mäßiger Zeitabschnitte gleichsam einen allgemeinen Stillstand ihrer Arbeit, ihrer Mühe und Sorge geboten hat.

Aber nicht bloß für den Menschen, noch vorzugsweise für ihn ist die Nacht da. Niedriger gestellte, aber naturgemäßer lebende Geschöpfe harren ihrer Wiederkehr und genießen ihrer Segnungen mit noch weit sichererem Gefühle, mit noch weit größerem Behagen als er. Ich habe schon oft, und jedesmal mit Bewunderung, das Wohlbehagen und zugleich die Regelmäßigkeit beobachtet, womit der größte Theil der vernunftlosen Thiere dieser süßen Nothwendigkeit, diesem angenehmen Wechsel sich überläßt, mit welcher Lust z. B. die Vögel sich Abends zur Ruhe anschicken, mit welcher Munterkeit sie wieder den geschäftigen Tag begrüßen.

Auch thut unserm Satze der Umstand keinen Eintrag, daß gewisse Thierarten während der Nacht in Bewegung sind, und den Tag über ruhen. Auch für diese gilt, daß in den Zuständen der Thiere ein bestimmter Wechsel statt findet, welchem ein Wechsel in der äußeren Natur entspricht. Die gegenseitige Beziehung findet auch hier statt, nur ist sie umgekehrt, und das Moment dabei ist, daß die Ruhe der andern Thiere jene zur Thätigkeit ruft und sie zu Gewinnung ihrer Nahrung oder zur Jagd antreibt.

Besteht nun aber wirklich der Nexus zwischen Schlaf und Nacht, und in einzelnen Fällen auch das Umgekehrte, so muß uns der Gedanke an die tiefe Bedeutung dieses Verhältnisses mit Erstaunen erfüllen. Tag und Nacht sind Dinge, die auf's engste mit unserer Natur verkettet sind; ihr Wechsel drängt sich unmittelbar unserer Sinnlichkeit auf; von allen Naturerscheinungen sind wir mit dieser am vertrautesten; ihre Ursache aber hängt von den großen Bewegungen im Weltgebäude ab. Die Erde, indem sie sich um ihre Achse dreht, befriedigt die wechselnden Bedürfnisse der Geschöpfe, die auf ihrer Oberfläche wohnen, während sie zu gleicher Zeit den Gesetzen der Anziehung gehorcht, welche mit ihr viele tausend Welten in ihren Bahnen halten. Somit ist das Verhältniß zwischen

Schlaf und Nacht so viel als das Verhältniß der Erdbewohner zur Umdrehung ihrer Erdkugel; ja es ist wohl noch mehr als dies, es ist ein Verhältniß zum ganzen System, dem unsere Erde als ein Theil angehört, ja noch weiter, zu der Gesammtheit aller Systeme des Weltalls, in welchem unser Sonnensystem nur einen unendlich kleinen Theil bildet. Ist dem wirklich so, so besteht ein Band zwischen dem niedrigsten Individuum und dem Universum selbst, zwischen dem Huhn, das auf seiner Stange sitzt, und den Sphären, die am Firmamente kreisen. *

---

* Es ist ausgemacht, daß die Stärke der Knochen und die Kraft der Muskeln in genauem Verhältniß zur Schwere des Körpers, und damit zur Anziehungskraft der Erde selbst stehen. Ebenso gewiß ist, daß manche Lebenskräfte der Thiere, namentlich die Beschaffenheit ihres Nervensystems und die Abwechslung von Anstrengung und Ruhe im Muskelsystem, in genauem Bezug zum Wechsel von Tag und Nacht, oder zu der Umdrehung unsers Planeten um seine Axe stehen. Den Menschen mag seine Beschäftigung und Lebensweise diesem Nexus zwischen seiner Natur und dem Wechsel von Licht und Dunkel etwas entfremden; aber immer hat er zu bestimmter Zeit das Gefühl erneuter Spannkraft der Lebensgeister, das wiederum dem Gefühl der Ermüdung und Erschöpfung Platz macht, und Erhaltung der Gesundheit ist nicht lange möglich, ohne daß man sich dieser Abwechslung von Thätigkeit und Ruhe überläßt. In nichts offenbart sich uns deutlicher die Güte des Schöpfers, als darin, daß schon diese Einrichtung eine beständige Quelle der Lust und des Wohlbehagens ist, namentlich für die Thiere. Es ist nicht die bloße Wirkung des Lichts und der Frische des Morgens, was zu dieser Tageszeit fast allgemeine Belebung und Beweglichkeit hervorruft, denn für viele Thiere ist der Anbruch des Tages das Signal zur Ruhe; und daß dergleichen Thiere nicht etwa bloß die Noth zwingt, in Einsamkeit ihr Futter zu suchen oder ihren Feinden zu entgehen, und sie so bei Nacht umhertreibt, ergibt sich daraus, daß ihre Organe für schwächere Lichtgrade berechnet sind, und nicht nur ihre Organe, sondern auch ihre Triebe, denn sie sind so rührig und genießen in so vollem Maaße als Taggeschöpfe. Die Geschichte der Lungen- und anderer Krankheiten zeugt gleichfalls vom auffallenden Rapport zwischen den Funktionen des Körpers und dem Wechsel von Tag und Nacht.

Die Anbequemung des thierischen Haushalts und Lebens an den

8. Wollte uns Jemand hier den Einwurf machen, die Aufeinanderfolge von Tag und Nacht, oder die Umdrehung der Erde um ihre Achse, wovon jener Wechsel abhängt, sey kein Element des allgemeinen Anziehungsgesetzes, so verweisen wir ihn auf etwas, was sicher auf jenem Gesetze beruht,

---

Zeitenwechsel zeigt sich jedoch noch auffallender beim Wechsel der Jahrszeiten als beim Wechsel von Tag und Nacht. Um uns zu überzeugen, wie mächtig dieser Einfluß bei der Pflanzenwelt waltet, dürfen wir uns nur umsehen. Mit der Verminderung der Wärme verkümmert auch die Vegetation, die Eier der Insekten werden eingegraben, und manchen Thieren wird sofort ihre Nahrung entzogen. Vielen Thieren, die in diesen Fall kommen, fehlt mit den Organen zum Wandern auch der Wandertrieb, in welchem andere ihr Heil finden. Die Fledermaus z. B. vermag nicht mit der Schwalbe fortzuziehen; Igel und Haselmaus können nicht mit dem Rehe wandern. Die Erhaltung der thierischen Wärme bei der niedrigen Temperatur der umgebenden Atmosphäre erfordert eine kräftige Cirkulation des Bluts und reichliche, ununterbrochene Versorgung mit Nahrung. Viele Thiere müßten daher während des Winters zu Grunde gehen, hätte nicht die Natur zur Erhaltung ihres Lebens ein Auskunftsmittel getroffen, auf das kein menschlicher Scharfsinn verfallen wäre. Wärmere Bekleidung und der Instinkt, sich warme Wohnungen zu bauen, waren hier unzureichend. Sie bedurften zu Fristung ihres Daseyns ganz neuer Lebensbedingungen; dem gemäß wurde das Bedürfniß der Nahrung ganz entfernt und die Kraft des Blutumlaufs bedeutend herabgestimmt. Erstarrung befällt alle thierischen Funktionen, und sie verfallen in einen tiefen Schlaf. Doch ist es kein wirklicher Schlaf, sondern ein ganz neuer Lebenszustand, wobei das Leben ohne Zufuhr frischer Nahrung erhalten wird, und alle Funktionen des thierischen Systems zu einem niedrigern Grade der Thätigkeit herabgestimmt sind. Darum sagten wir auch vorhin mit vollem Recht, daß aus allen diesen Einrichtungen die Güte des Schöpfers hervorleuchte, der seine Geschöpfe nicht in die Welt setzte, um darin zu gedeihen oder umzukommen, je nachdem sie dieselbe für ihre Bedürfnisse angemessen fänden oder nicht, sondern im Gegentheil von Anfang an mit sorgfältiger Kunst die Erde und die natürliche Beschaffenheit ihrer Bewohner in Einklang brachte, und es so einrichtete, daß Licht und Finsterniß, Sonne und Luft, Feuchtigkeit und Trockenheit die steten, unerschöpflichen Quellen des Wohlseyns belebter Wesen würden.

auf den Wechsel der Jahreszeiten. Die natürliche Beschaffenheit der Thiere, die dem Winterschlaf unterworfen sind, steht zum Winter in einer ähnlichen Beziehung wie der gewöhnliche Schlaf zur Nacht. Der Erhalter der Welt hat einen Theil der Thiere durch den Instinkt der Wanderung, einen andern durch Erstarrung nicht bloß gegen die Kälte, sondern auch gegen den Mangel an Nahrung geschützt, der im Gefolge des Winters eintritt. Ein einziges Beispiel statt tausenden: schliefe nicht die Fledermaus den ganzen Winter hindurch, so müßte sie Hungers sterben, da die fliegenden Insekten, von denen sie sich nährt, mit Anbruch des Winters verschwinden. Allein der Uebergang vom Sommer zum Winter führt uns recht mitten in die physikalische Astronomie hinein, d. h. mitten in jene Gesetze, die das Sonnensystem und wohl alle Himmelskörper regieren.

Achtzehntes Kapitel.

Instinkte.

Es mag als ein Verstoß gegen die Ordnung der Darstellung erscheinen, wenn ich gleich auf die Betrachtung des Nexus die der Instinkte folgen lasse. Allein ich betrachte letztere eben als eine Art Nexus. Sie tragen im Verein mit der körperlichen Organisation der Thiere zu Hervorbringung Einer gemeinsamen Wirkung bei, und stehen in dieser Hinsicht in genauem Nexus mit dieser Organisation. In vielen Fällen stehen aber auch die Instinkte verschiedener Thiere in Rapport mit einander.

Instinkt ist ein Trieb, der der Erfahrung vorangeht, und mit Unterricht nichts zu schaffen hat. Es ist Instinkt, daß die verschiedenen Geschlechter der Thiere sich gegenseitig suchen, daß die Thiere ihre Jungen lieben, daß das junge Säugthier sich zu den Zitzen seiner Mutter wendet, daß Vögel ihre Nester bauen und mit so großer Geduld ihre Eier ausbrüten, daß Insekten, die nicht brüten, ihre Eier an Orte legen, wo die ausgeschlüpften Jungen gleich eine angemessene Nahrung finden, daß die Salme und andere Fische aus der See in die Flüsse heraufkommen, um ihren Laich in süsses Wasser zu legen.

Wählen wir unter den angeführten Beispielen das Brüten der Eier zu näherer Betrachtung. Ich zweifle nicht im Geringsten, daß ein Paar Sperlinge, die in einem Ofen ausgebrütet und von allen übrigen Sperlingen entfernt

gehalten werden, hinsichtlich der Erzeugung und Erziehung ihrer Nachkommenschaft gerade so wie ihre Stammgenossen verfahren. Nehmen wir dies als ausgemacht an, * so ist es durch nichts erklärbar, als durch die Annahme, daß ein Instinkt der Natur des Thieres eingeprägt ist. Denn einmal, was veranlaßte denn sonst das Vogelweibchen, ein Nest zu bauen, ehe es seine Eier legt? Die Voraussetzung, das Thier handle nach Ueberlegung, wäre ganz müßig, denn Ueberlegung reicht hier nicht einmal aus. Das Gefühl von Fülle und Ausdehnung in einem gewissen Körpertheile, herrührend vom Wachsthum und der Derbheit des im Körper liegenden Eis, kann das Thier unmöglich belehren, daß es

---

* An der Richtigkeit dieser Voraussetzung wird wohl Niemand zweifeln. Da jedoch der Versuch schwerlich wirklich gemacht worden ist, so wird es nicht ungeeignet seyn, wenn ich ein paar Erfahrungen anführe, die dasselbe beweisen, und durch wiederholte Beobachtungen außer Zweifel gesetzt sind. Wenn Raupen, die auf einem Baume aus dem Ei geschlüpft sind, abgeschüttelt werden und auf den Boden fallen, so kriechen sie sogleich, so schnell sie können, wieder an dem Baume hinauf. Ferner ist es ein beinahe durchgängiges Gesetz in der Insektenwelt, daß die Larven der Insekten sich von Dingen nähren, welche die Eltern nicht genießen, und doch schaffen diese letztern Vorräthe für die künftigen Larven herbei. So legt die einsam lebende Wespe jedes ihrer Eier in ein Loch, und sammelt dann eine Anzahl grüner Würmer, die sie aufrollt und in das nämliche Loch über das Ei hinlegt. Ist die Wespenlarve ausgeschlüpft, so nährt sie sich von diesen Würmern, bis sie zu einer jungen Wespe geworden ist. Und hier ist nun zweierlei merkwürdig: erstlich frißt die Wespe nie von den Würmern, sie nimmt überhaupt nie thierische Nahrung zu sich; zweitens fand Reaumur, daß sie gerade so viel Würmer sammelt, daß die Larve ihr Leben fristen kann, bis sie eine Fliege wird, worauf sie mit der Nahrung wechselt. Bei dem Umstande, daß die Insektenältern nie ihre Jungen sehen, verweilt später Paley selbst. Das auffallendste Beispiel liefern vielleicht die Bauten der Bienen; denn Bienen, welche aus einem Korbe herausgenommen werden, ohne je mit der frühern Generation in Berührung gekommen zu seyn, bauen genau in der hergebrachten Weise. Man vergleiche damit die nächstfolgende Note.

etwas hervorbringen werde, was aufzubewahren und sorgfältig zu behandeln sey. Ehe der Vogel wirklich eigene Erfahrung gemacht hatte, konnte ihn nichts zu einer solchen Vermuthung führen. Die Analogie war durchaus dagegen; denn in jedem andern Falle wurde das, was aus dem Körper kam, weggeworfen.

Allein zweitens, angenommen, das Ei sey nun wirklich gelegt: woher sollten die Vögel wissen, das in diesen Eiern ihre Jungen enthalten sind? In der äußern Gestalt und im innern Bau des Eis ist nichts, was eine noch so kühne Einbildungskraft auf den Gedanken bringen könnte, daß in kurzer Frist aus dieser Schale ein vollkommener, lebendiger Vogel herausschlüpfen werde. Die Form des Eis hat nicht die fernste Aehnlichkeit mit einem Vogel. Beobachten wir das Innere, so haben wir, wo möglich, noch weniger Grund, das Resultat, das später wirklich eintritt, zu erwarten. Wagten wir es auch, aus der Art und Weise, wie die flüssigen Substanzen im Ei zusammengelagert und von einander geschieden sind, den Schluß zu ziehen, daß es wohl zum Aufenthalt und zur Ernährung eines Thieres bestimmt seyn möge, (ein Schluß, der in der That sehr kühn zu nennen wäre), so müßten wir uns doch weit eher auf einen im Sumpf watenden Frosch als auf ein trockenes, befiedertes und beschwingtes Geschöpf gefaßt machen, auf einen Complex von Organen und Kräften, die sich im Zustande der Einsperrung in einem Ei gar nicht äußern können, und weder nach Substanz noch Qualität in einem denkbaren Verhältnisse zu den im Ei befindlichen Stoffen stehen. Wem käme es wohl je in den Sinn, daß sich aus dem Weißen im Ei die Feder eines Goldfinken herausbilden würde? wer könnte erwarten, aus einem einfachen, gleichartigen Brei die zusammengesetzteste aller Maschinen, einen Inbegriff der verschiedenartigsten Substanzen hervorgehen zu sehen? Auch der Prozeß des Brütens kann uns, eine Zeit lang wenigstens, das Endresultat noch nicht errathen lassen. Würde wohl Jemand die Hypothese wagen, daß die rothen Streifen, welche die feine Haut

zwischen Eiweiß und Dotter durchziehen, zu Knochen und Gliedern werden? Oder wäre Jemand so keck, vorauszusagen, daß jene zwei mißfarbigen Punkte, die in der Narbe des Eis erscheinen, zum Herz und Kopf eines Vogels auswachsen würden? Es ist schwer, in der Vorstellung von der Erfahfahrung zu abstrahiren; es ist schwer, sich wieder zur Bewunderung zu stimmen, wenn Vertrautheit mit einem Gegenstande die Empfänglichkeit abgestumpft hat. Wäre es uns jedoch möglich, Alles zu vergessen, was wir von der Fortpflanzung durch Eier wissen, und was unsere Sperlinge nie wußten, wäre es uns möglich, uns aller Kenntniß zu entschlagen, die uns nicht erst, nach Untersuchung der Qualität und der sinnlichen Eigenschaften der uns vorgelegten Objekte, durch die Operation unsers Geistes zu Theil ward, so wäre sicher Harlekin, der auf der Bühne aus einem Ei schlüpft, kein größeres Wunder für ein Kind, als das Ausbrüten des Hühnchens für den Forscher. *

Doch nehmen wir einmal an, das Sperlingweibchen wisse irgendwoher, im Ei stecken die Elemente eines künftigen Vogels: von welchem Chemiker erfuhr das Thier, daß Wärme erfordert werde, um sie zur Reife zu bringen, und daß eben

---

* Die Art, wie das Hühnchen die Eischale zerbricht, ist eine der wunderbarsten Aeußerungen des Instinkts, und zugleich ein Beweis von der Einförmigkeit der Instinkte. Denn gleichwie alle Bienen ihre Cellen von gleicher Größe und unter den gleichen Winkeln bauen, so picken nach den Beobachtungen von Reaumur alle Hühnchen die Eischalen in der gleichen Richtung, und zwar von links nach rechts auf; auch schneidet der Kreis, in dem sie picken, die Schale nie schief, sondern jedesmal unter einem rechten Winkel mit der Querare des Eis. Das Werkzeug, dessen sich das Hühnchen hiezu bedient, ist ein kleiner Vorsprung an der obern Kinnlade, der keine weitere Bestimmung hat, und daher abfällt bald nachdem der Vogel ausgeschlüpft ist. Sollte Jemand dieses Verfahren des Hühnchens als etwas der Art nach von den gewöhnlichen Aeußerungen des Instinkts Verschiedenes betrachten wollen, so wird ein wenig Nachdenken ihn überzeugen, daß sich hier unmöglich eine Grenzlinie ziehen läßt.

der Grad von Wärme, der durch die Temperatur seines eigenen Körpers den Eiern mitgetheilt wird, der rechte sey?

Wollte man daher annehmen, das Vogelweibchen handle bei diesem Prozeß nach der Eingebung seines eigenen Verstandes und Scharfsinns, so würden ihm damit Schlüsse zugemuthet, die durch keine Prämissen gerechtfertigt wären. Wenn der Sperling, der auf seinen Eiern sitzt, erwartet, daß junge Sperlinge aus denselben herausschlüpfen werden, so hegt er in der That eine höchst ausschweifende Erwartung, die mit der gegenwärtigen Sachlage und mit aller Wahrscheinlichkeit im Widerspruch steht. Er müßte in die Ordnung der Natur viel tiefer eingedrungen seyn, als dies je menschlicher Scharfsinn vermag; zudem wäre dieser gewaltige Scharfsinn, (wenn es einmal Scharfsinn seyn soll) mit gewaltiger Dummheit gepaart, und zwar in Beziehung auf einen und denselben Gegenstand. „Keine chemische Operation," sagt Addison, „könnte mit größerem Fleiße und größerer Kunst verfolgt werden, als das Ausbrüten des Hühnchens; und doch geht der Prozeß vor sich ohne einen Funken von Verstand und Nachdenken. Die Henne nimmt ein Stück Kreide für ein Ei, sie merkt es nicht, ob sich die Zahl ihrer Eier mehrt oder mindert, sie unterscheidet nicht zwischen ihren eigenen Eiern und zwischen denen einer andern Vogelart, sie erschrickt, wenn die ihr untergeschobene Brut von jungen Enten ins Wasser geht."

Aber vielleicht wirft man ein, was den Vogel der Verstand nicht hat lehren können, das lehre ihn Beobachtung, Anleitung oder die Tradition. Wenn es nun wahr ist, daß ein paar Sperlinge, die man vom Anfang an im Zustand völliger Absonderung von allen andern Vögeln aufzieht, nichtsdestoweniger ihr Nest bauen und ihre Eier ausbrüten, so muß dieser Einwurf wegfallen. Was kann wohl ein Vogel, den man in einem Ofen ausbrütet, durch Tradition gelernt haben?

Nur wenige Vogelarten brüten im Käfig, wenn man sie jung aus dem Nest genommen; diejenigen aber, welche es thun, bauen ihre Nester so ziemlich ebenso, wie ihre freien

Genossen, und sitzen ebenso auf ihren Eiern. Damit ist der Instinkt hinlänglich bewiesen, ohne daß man nöthig hat, Versuche mit Vögeln anzustellen, die man durch künstliche Hitze ausgebrütet, und von der frühesten Jugend an von allem Umgang mit andern Vögeln ihrer Art freigehalten hat; denn wir werden schwerlich annehmen wollen, daß die Mutter ihrer noch ungefiederten Brut die Geschichte ihres Trächtigseyns mittheilt, ihr erzählt, wie sie zeitig ein Nest bereitet, wie sie die Eier gelegt, wie sie lang darüber gebrütet habe, und endlich die erwartete Brut lustig ausgeschlüpft sey. Dies Alles aber müßte der Vogel im Käfig schon in seiner Kindheit gelernt haben, wenn wir voraussetzen, daß die Handlungen, die er vornimmt, erlernte sind. Oder wollen wir etwa annehmen, er wisse sich noch seines Ausschlüpfens aus dem Ei zu erinnern, er habe aufmerksam die Formation des Nests, in dem er aufgezogen wurde, beobachtet, er habe Alles gemerkt, um es später ebenso zu machen? Dies ist nicht bloß ganz unwahrscheinlich, (denn wer, der eine Brut nackter Vögel in ihrem Neste gesehen hat, wird je glauben, daß sie einen Plan von ihrer Behausung aufnehmen?) es läßt auch einen sehr wichtigen und schwierigen Punkt unerklärt: nämlich die Verfertigung des Nests vor dem Eierlegen. Das konnte er nicht aus seinen Jugenderinnerungen wissen.

Ein weiterer bemerkenswerther Umstand ist, daß die Henne auch auf solche Eier sitzt, die sie gelegt hat, ohne daß der Hahn mit ihr Umgang gepflogen, und die daher nothwendig unfruchtbar sind. Dies ist also ein Geheimniß, in das sie nicht eingeweiht wurde. Wäre nun das Brüten ein Gegenstand des Unterrichts oder der Tradition, so sollte man meinen, dieser Unterschied hätte dem Vogel gleichfalls beigebracht werden sollen; freilich ist der Instinkt der Natur nur auf einen freien Naturzustand berechnet, und die Ausnahme, von der wir hier sprechen, kommt hauptsächlich, wenn nicht allein nur beim Hausgeflügel vor, bei welchem der Gang der Natur mannichfache Störungen erleidet.

Es gibt noch andere eierlegende Thiere, bei denen es noch weit unwahrscheinlicher ist, als bei den Vögeln, daß der Prozeß des Legens und Ausbrütens in Folge empfangenen Unterrichts vor sich geht; ich meine die fliegenden Insekten, die ihre Eier genau in diejenige Substanz, z. B. in Kohl legen, von welcher nicht die Fliege selbst, sondern die Raupe, welche aus dem von ihr gelegten Ei hervorgeht, ihre Nahrung zieht. Der Schmetterling frißt keinen Kohl; Kohl ist gar nicht die geeignete Nahrung für ihn; und dennoch legt er, nicht durch Zufall, sondern mit Absicht und mit Erfolg seine Eier in den Kohl. Es gibt eine Weidenraupe und eine Kohlraupe; aber nie finden wir auf einer Weide die Raupe, welche Kohl frißt, noch umgekehrt. Diese Auswahl kann, wie mir scheint, beim Schmetterling unmöglich Folge eines erhaltenen Unterrichts seyn. Er hatte als Raupe keinen Lehrmeister; er kannte ja seine Eltern gar nicht. Ich sehe daher nicht ein, wie hier Kenntnisse, die durch Erfahrung erworben werden, (wenn anders hievon die Rede seyn kann) von der einen Generation auf die andere übergehen konnten. Im vorliegenden Falle war gar keine Gelegenheit zur Belehrung oder Nachahmung vorhanden, denn der ganze Stamm der Eltern ist dahin, noch ehe die neue Brut ausschlüpft. Oder wäre es beim Schmetterling gar Folge ursprünglichen Nachdenkens, so wäre er in der That ein tiefer Denker. Er muß sich dann seines Raupenzustandes, seines damaligen Geschmacks, seiner damaligen Lebensweise erinnern, ein Vermögen, das er auf keine Weise an den Tag legt. Er muß aus Analogie schließen, (denn die bloße Erinnerung nützt ihm hier nichts) daß aus dem kleinen runden Körper, der ihm vom Leibe fällt, in einer künftigen Zeit ein lebendes Geschöpf, nicht gleich ihm selbst, sondern gleich jener Raupe, die er einst gewesen zu seyn sich erinnert, hervorgehen werde. Unter dem Einfluß dieser Reflexionen geht er hin, und macht seine Zurüstungen zu einer Ordnung der Dinge, die gemäß seinen Schlüssen früher oder später eintreten wird. Endlich ist noch zu bemerken, daß

nicht bloß einige, sondern daß alle Schmetterlinge so argumentirten; alle machten solche Schlüsse, alle handelten darnach.

Gesetzt aber auch, die Geschicklichkeit, die Wahl, der Plan, die wir in den Vorbereitungen unvernünftiger Thiere für ihre Jungen bemerken, wären auf eine wahrscheinliche Ursache zurückgeführt, so bleibt immer noch etwas unerklärt, was die Quelle und der Grund aller dieser Erscheinungen ist, was wohl den Anstoß zum Ganzen gibt, die στοργή, die Elternliebe, die unter keiner andern Voraussetzung erklärbar ist, als unter der Voraussetzung eines Instinkts.

Schwerlich werden wir bei den Thieren ihr Benehmen gegen ihre Nachkommenschaft dem Gefühl für Pflicht oder Schicklichkeit, der Sorge für ihren Ruf, der Unterwerfung unter öffentliche Sitte, unter Gesetze und durch lange Erfahrung als nützlich bewährte Lebensregeln beimessen wollen. Gleicherweise müssen alle Versuche, die Elternliebe bei den Thieren aus Ideenassociation zu erklären, fehlschlagen. Womit ist dieses Gefühl vergesellschaftet? Zu allernächst mit den Wehen des Gebärens, mit Schmerz, Angst und Krankheit. Die ferner liegende, aber eben so starke Association, die durch Analogie bedingte, spricht ebenfalls dagegen: denn Alles, was sonst aus dem Körper kommt, wird weggeworfen. Ist es das Ei, was die Henne liebt? oder ist es die Erwartung einer geliebten künftigen Nachkommenschaft, was sie auf ihrem Neste festhält? Welchen Grund hat sie, von ihrer Nachkommenschaft Freude zu erwarten? Gibt es möglicher Weise eine vernünftige Antwort auf die Frage, warum eine brütende Henne, vor aller Erfahrung, Freude von ihren Hühnchen erwarten sollte? Der Kukuk kennt Allem nach seine Jungen gar nicht, und doch ist er, in seiner Art, eben so sorgfältig auf ihr künftiges Wohl bedacht, als jeder andere Vogel: denn er legt seine Eier nicht in das nächste beste Loch.

Der Salm läßt sich durch kein überwindbares Hinderniß in seiner Wanderung stromaufwärts aufhalten. Und was thut er denn da? Er legt seinen Laich, und verläßt ihn

unmittelbar darauf, um wieder in die See zurückzukehren; und diese Frucht seines Leibes erkennt er nachher nie und in keinerlei Gestalt wieder. Was war wohl der Grund seiner so beharrlichen Anstrengung? War es Reflexion, oder war es Instinkt? Die violette Krabbe in Jamaika macht eine ermüdende, mehrere Monate lange Reise aus dem Gebirge an den Meeresstrand. Wenn sie die Küste erreicht hat, wirft sie ihren Laich in die offene See, und macht sich dann wieder auf den Weg nach Hause.

Fliegende Insekten suchen, wie bereits bemerkt, für ihre Eier gerade solche Orte und Stoffe aus, wo die ausschlüpfende Raupe eine ihr angemessene Nahrung findet. Diese geliebte Raupe sieht der alte Schmetterling niemals. Wie erklären wir nun aber seine Handlungsweise? ich meine nicht seine Kunst oder seine Ueberlegung bei der Sorge für seine Nachkommenschaft, sondern den Impuls des Handelns. Was konnte ihn veranlassen, überhaupt bei dieser Sache Kunst und Ueberlegung anzuwenden, eine Wahl zu treffen? Die noch unausgeschlüpfte Larve, das Thier, das er nie erblicken soll, konnte doch schwerlich der Gegenstand besonderer Zuneigung seyn, wenn wir den Einfluß des Instinktes abläugnen. So bliebe denn zuletzt nichts übrig, was man dem Schmetterling zuschreiben könnte, als etwas, dessen seine Natur gar nicht fähig ist, nämlich eine abstrakte Sorge für die Erhaltung seiner Gattung im Allgemeinen, eine Art Patriotismus, eine zarte Besorgniß, daß das Schmetterlingsgeschlecht nicht aussterben möge.

Endlich ist nach dem Prinzip der Association jenes Aufhören der elterlichen Zuneigung, wenn das junge Thier erwachsen ist, nicht erklärbar. Nach den gewöhnlichen Gesetzen der Association müßte man ja gerade das Gegentheil erwarten: der Gegenstand müßte dem Thier durch Gewohnheit und Zusammenleben immer unentbehrlicher werden. Dagegen sehen wir, wie Vögel und vierfüßige Thiere nach einer gewissen Zeit ihre Nachkommenschaft von sich treiben, und das, was erst noch geistig ihre Aufmerksamkeit, körperlich ihren

Kunstfleiß und ihre Mühe in Anspruch nahm, gar nicht mehr zu kennen scheinen. Dieser Wechsel tritt bei verschiedenen Thieren zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Geburt der Jungen ein, immer aber dann, wenn das junge Thier im Stande ist, sich selbst fortzubringen, nie früher. Wenn die alten Sperlinge bemerken, daß ihre junge Brut fliegen und für sich selbst sorgen kann, so verlassen sie dieselbe für immer; und ob sie gleich auch nachher noch miteinander fortleben, so schenken sie ihren Abkömmlingen doch nicht mehr Aufmerksamkeit, als andern Vögeln desselben Schwarms. Ich glaube, dies gilt auch von allen Säugethieren, die in Heerden beisammen leben. *

Es bildet keinen Einwurf gegen die Lehre vom Instinkte, daß Thiere derselben Art zu verschiedenen Hülfsmitteln, Auswegen und Materialien ihre Zuflucht nehmen, je nachdem die Umstände wechseln, und sie reichlicher oder sparsamer versorgt sind. Was wir hier zu erklären haben, ist der Trieb; diesen Trieb vorausgesetzt, mag immerhin das Thier dadurch je nach dem verschiedenen Bedürfniß zu verschiedenen Handlungen bestimmt werden, und dieses Anpassen von Hülfsmitteln mag nicht sowohl als Folge des Instinkts, sondern vielmehr als Resultat des Nachdenkens, als Kunst erscheinen, aber der Trieb ist deshalb doch rein instinctiv. Der Baumspecht z. B. legt, wie uns Naturforscher berichten, in Europa seine Eier in Löcher, die er an den Stämmen weicher oder fauler Bäume aushöhlt, wodurch dieselben nicht bloß vor den

---

* Beim Menschen haben die natürlichen, instinktartigen Gefühle, denen gegenüber, welche durch die Vernunft modifizirt sind, etwas Aehnliches aufzuweisen. Hieher gehört namentlich das Verhältniß von Schutz und Abhängigkeit, bedingt durch Kraft auf der einen, durch Hilflosigkeit auf der andern Seite. Ein hilfloses Kind erregt viel stärkere Theilnahme bei der Mutter, als dasjenige, welches selbst für sich sorgen kann. Daher rührt denn auch die mit Blindheit gegen Mängel verbundene Partheilichkeit der Eltern für Kinder, deren natürliche leibliche oder geistige Schwäche fremde Hilfe lang über die Jahre der Kindheit hinaus in Anspruch nimmt.

Blicken, sondern gewissermaßen auch vor der Hand des Menschen gesichert sind; in den Wäldern von Guinea und Brasilien aber, die selten ein Mensch betritt, hängt der nämliche Vogel sein Nest an den Zweigen hoher Bäume auf, und bringt es dadurch außer den Bereich der Affen und Schlangen; er trifft somit in jeder Lage Vorkehrungen gegen diejenige Gefahr, welche er am meisten zu fürchten hat. Nehmen wir an, dies sey wirklich wahr, und man führe es als Beweis an, daß hier auf Seiten des Vogels wirkliches Nachdenken und Unterscheidungsvermögen im Spiel sey, so kommt man immer wieder auf die Frage zurück: woher überhaupt der Trieb, Nester zu bauen?

Auch sind Elternliebe und Erzeugung einer Nachkommenschaft keineswegs durch ein allgemeines Gesetz der thierischen Organisation (wenn anders ein solcher Ausdruck Sinn hat) verknüpft. Es gibt Thiere, die ihre Jungen mit der aufmerksamsten Sorgfalt behandeln und mit der feurigsten Zärtlichkeit liebkosen; dagegen vernachlässigen andere ihre Jungen ganz und gar, und dieser Unterschied hat immer seinen Grund in der natürlichen Constitution des jungen Thiers hinsichtlich seiner Bedürfnisse und Fähigkeiten. Bei manchen erstreckt sich die Sorgfalt der Eltern auf das junge Thier selbst; bei andern, z. B. bei den eierlegenden Fischen, beschränkt sie sich auf das Ei, und auch da nur auf das Legen der Eier an den gehörigen Ort. Wie es nun eine Fortpflanzung ohne Elternliebe gibt, so findet sich auch elterlicher Instinkt, oder etwas demselben völlig Aehnliches, ohne Fortpflanzung. Bei den Bienen z. B. wird die Brut weder von den Vätern noch von der Mutter, sondern von den Geschlechtslosen gepflegt. Wahrscheinlich ist dies auch der Fall bei den Ameisen.

Ich kenne wohl die Theorie, die den Instinkt auf die Sensation, auf die sinnliche Empfindung zurückführt, und behauptet, was in demselben eine Beziehung auf die Zukunft zu haben scheine, sey nichts weiter als das Resultat der gegenwärtigen Stimmung des thierischen Körpers, des gerade, im

eben eingetretenen Moment vorwaltenden Gefühls von Luſt oder Schmerz. So wird das Ausbrüten der Eier dem angenehmen Gefühle zugeſchrieben, welches dem Vogel der Druck der glatten, converen Oberfläche der Eier am Unterleib verurſachen ſoll, oder auch der Erleichterung, welche durch die niedrige Temperatur der Eier dem untern Theil des Körpers zu Theil werde, der wirklich zur Zeit des Brütens ungewöhnlich heiß iſt. Dieſes augenblickliche Wohlbehagen alſo ſoll das einzige Motiv ſeyn, aus welchem ſich die Henne auf das Neſt ſetzt; das Ausbrüten der Jungen wäre für ſie eine durchaus zufällige Folge. Die Zuneigung der Säugethiere für ihre Jungen wird gleicher Weiſe der Erleichterung, und wohl auch dem Wohlbehagen beim Säugen zugeſchrieben. Die Begierde, mit der das junge Thier häufig die Zitzen der Mutter ſucht, wird daraus erklärt, daß der Duft der Milch auf ſeinen Geruch wirke. Der Trieb des Salms, ſtromaufwärts in ſüßem Waſſer zu ſchwimmen, ſoll ſeinen Grund darin haben, daß der Wechſel des Elements dem Fiſch, beim gegenwärtigen Zuſtand ſeines Körpers, ein Gefühl von Wohlbehagen oder von Erfriſchung gebe. Ueber dieſe Theorie läßt ſich folgendes ſagen.

Erſtlich ſind der Fälle, auf welche dieſelbe mit einiger Wahrſcheinlichkeit anwendbar iſt, nur wenige; ſie paßt auf keinen einzigen, ohne daß ſtarke, aus den Verhältniſſen ſelbſt ſich ergebende Einwürfe dagegen vorzubringen wären. Die Sorgfalt der Kuh für ihr Kalb und des Mutterſchafs für das junge Lamm äußert ſich offenbar, ehe die jungen Thiere an der Mutter geſogen haben. Die Begierde, mit welcher das Kalb oder das Lamm die Mutterzitzen ſucht, iſt dadurch nicht erklärt, daß man ſie dem Geruchsſinn zuſchreibt. Was macht denn dem Lamme den Geruch der Milch ſo angenehm, daß es ihm mit der Naſe folgt, oder mit ſeinem Maule den Platz ſucht, wo er herkommt? Keine Beobachtung, keine Erfahrung, kein Schluß konnte das friſchgeworfene Thier lehren, daß eben jene Subſtanz, von welcher der Geruch kommt, ſeine Nahrung ſey. Es hatte ja nie vor ſeiner Geburt Milch

gekostet. Kein anderes Thier, das nicht ausdrücklich dazu angewiesen ist, versucht zu saugen, noch sucht es überhaupt eine solche Nahrung. Hieraus erhellt, daß die Saugorgane der Thiere ausdrücklich für ihren Gebrauch angeordnet sind, und daß die Kenntniß dieses Gebrauchs von Anbeginn in sie gelegt ist.

Wir behaupten zweitens, daß auch da, wo die genannte Hypothese noch am meisten Anspruch auf Beachtung hat, sie dennoch dem Beweise von dem Vorwalten eines Plans nicht den geringsten Abbruch thut. Instinkt heißt uns soviel als ein Trieb, der dem Thiere neben seiner Organisation gegeben ist, und zwar zur Erreichung von Zwecken, die für die ganze Gattung wichtig sind. Die oben angeführte Erklärungsweise leitet dagegen jene Triebe von der Organisation selbst ab; allein diese Organisation ist alsdann ebenso spezifisch, ebenso genau, und somit ebenso augenfällig auf die nämlichen Zwecke berechnet, als die Triebe selbst nach unserer Annahme. Bei dieser Betrachtungsweise tritt sinnliche Empfindung an die Stelle der Voraussicht; allein auch dies ist eben wieder Folge der Anordnung des Schöpfers. Man gebe zum Beispiel zu, die Henne werde zum Ausbrüten ihrer Eier durch das angenehme Gefühl veranlaßt, das sie beim erhitzten Zustande ihres Unterleibs vom Druck der runden, glatten Flächen oder vom Einfluß einer kühlenden Temperatur hat. Wie kommt es nun, daß dieser außergewöhnliche Wärmegrad, dieses Jucken, oder wie man sonst die angebliche Ursache des Triebs des Vogels nennen mag, sich gerade zu der Zeit einstellt, wo der Trieb seinen Dienst zu verrichten hat? Ich meine, die Annahme jener Erklärung, buchstäblich genommen, müßte unsere Bewunderung der göttlichen Anordnung eher erhöhen als vermindern.* Es ist gerade, als ob ein Gärtner

---

* Der hier ausgesprochene Satz ist von der größten Wichtigkeit und gilt überall, wo es sich davon handelt, Gott in der Natur zu erkennen. Wenn Sceptiker durch Erklärung, auf welche Weise irgend ein Effekt hervorgebracht worden, einen Grund, an die Weisheit und

sein Treibhaus heizte, wenn er seine Früchte zu schnellerem Wachsthume bringen will, oder wenn seine Bäume eines stärkeren Wärmegrads bedürfen. Gewiß bestreitet Niemand, daß er damit eine Absicht, einen Plan an den Tag lege. Ferner: wenn ein männlicher und ein weiblicher Sperling zusammenkommen, so berathen sie nicht über die Mittel, wie ihre Gattung fortzupflanzen sey. An sich liegt ihnen daran, ob ihr Geschlecht fortgepflanzt wird, weniger als an einem

---

Güte Gottes zu glauben, beseitigt zu haben meinen, so lenken sie nur unsere Bewunderung und unsere Dankbarkeit von einem Punkte auf den andern, oder steigern oft noch beide Empfindungen. Nehmen wir an, man mache die Entdeckung, daß die Bienen die Winkel ihrer Cellen von 109° 28′ und 70° 32′ vermittelst gewisser gegebenen Formen ihres eigenen Körpers stets so richtig treffen, daß etwa die äußere Bildung eines ihrer Körpertheile diesen Winkeln entspreche, so wird das Wunder nur verrückt, sofern wir meinten, das Insekt arbeite ohne ein Werkzeug, während wir jetzt sehen, daß es ein Werkzeug handhabt, welches ihm von einer Intelligenz verliehen ist, die mit dieser Bildung die schwierigste mathematische Aufgabe gelöst hat. Ein anderes Beispiel: der Verlust Eines Sinnes, z. B. des Gesichts, schärft unser Wahrnehmungsvermögen vermittelst der Sinnorgane, die uns bleiben, namentlich des Tast- und Gehörsinns. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dies nur Folge der Gewohnheit ist, und in keiner direkten Beziehung zu dem erlittenen Verluste steht. Allein Gewohnheit hätte ja auch keine solche Wirkung haben können, es wäre ja möglich, daß sie das Wahrnehmungsvermögen abstumpfte, statt es zu schärfen. So wie sie einmal wirkt, verringert sie das aus dem Verlust entspringende Uebel, und diesen Vortheil gewährt sie eben so gut, als ob der Ersatz direkte, unmittelbare Folge des Verlustes wäre. Nehmen wir ferner an, wir könnten alle intellektuellen Erscheinungen auf Ein Prinzip, etwa auf das der Ideenassociation, alle moralischen Erscheinungen auf Gewohnheit, alle physischen auf das Prinzip der Schwere zurückzuführen; ja, nehmen wir sogar mit einigen Materialisten an, alle geistigen und physischen Erscheinungen reduciren sich auf die Bewegungen einer feinen Flüssigkeit, so würde dadurch der Beweis von der Einheit Gottes gewiß nicht geschwächt, sondern eher verstärkt; unsere Ueberzeugung von seiner Weisheit und der Mannichfaltigkeit seines Schaffens würde durchaus nicht gemindert und der Beweis für seine Güte würde bleiben, wie er zuvor gewesen.

Gerstenkorn: sie folgen ihren Sensationen, ihren sinnlichen Eindrücken, und alle die Consequenzen wie sie nur die weiseste Anordnung, die ängstlichste Sorge für die Zukunft einer Welt von Sperlingen herbeigeführt haben könnte, ergeben sich von selbst. Aber wie ergeben sich diese Consequenzen? Die Antwort ist einfach. Die Sensationen und die körperliche Beschaffenheit, von der sie abhängen, erhielten so augenscheinlich eine Beziehung auf den Zweck, der wirklich durch sie erfüllt wird, und die ganze Reihe der mittelbaren oder zwischenliegenden Wirkungen ist so augenfällig auf diesen Zweck berechnet, d. h. das Vorhandenseyn eines Plans ergibt sich aus den Erscheinungen so unwidersprechlich, als bei der Annahme von Instinkten, in dem Sinne, in welchem nach Einigen Instinkt eigentlich allein zu nehmen ist, d. h. von Trieben, die auf einen künftigen Erfolg gerichtet sind, und womit keine von diesem Erfolg unabhängige Befriedigung vergesellschaftet ist. Kurz, ich sage den Verfechtern jener Ansicht: Es sey, jene Thätigkeiten der Thiere, die wir dem Instinkte beimessen, sollen ohne alle Rücksicht auf ihre Consequenzen vor sich gehen, sie sollen im Thiere im gegebenen Augenblick mit einem Gefühle der Lust vergesellschaftet seyn und nur um dieses angenehmen Gefühls wegen vollzogen werden: was beweist dies alles, als daß die Vorausficht, die doch irgendwo seyn muß, nicht in dem Thiere, sondern in Gott zu suchen ist?

Indem wir hier von der Elternliebe bei den Thieren redeten, hatten wir es mehr mit dem Prinzip als mit den Wirkungen und Aeußerungen dieses Gefühls zu thun. Viele Schriftsteller erzählen von letztern mit Vorliebe und Bewunderung, und die Weise, wie manche Thiere ihre Jungen behandeln, konnte auch keinem Beobachter und Beschreiber der Natur entgehen. „Mit welch zärtlichen Tönen sie die Jungen liebkosen," sagt Derham, „wie sie mit liebreicher Stimme sie zur Ruhe bringen, ihnen Nahrung in den Mund stecken, sie warm halten, sie Körner aufpicken, verzehren und suchen lehren, kurz, ebenso viel zärtliche Ammen

vorstellen, die von dem obersten Herrn und Regierer der Welt abgesandt wurden, jungen hülflosen Geschöpfen Hülfe zu leisten!“ Hiebei ist nicht außer Acht zu lassen, wie viel der Instinkt das Thier kostet. Welche Opfer bringt z. B. ein Vogel, der auf seinem Neste sitzen bleibt! Wie widerstrebt diese Ruhe seiner ganzen sonstigen Organisation, seinen Gewohnheiten und Vergnügungen! Ein Thier, das für die Freiheit geschaffen ist, sperrt sich selbst ein, in einer Jahreszeit, wo alles umher es ins Freie einladet; ein Thier, dessen Hauptgenuß in Bewegung besteht, das für Bewegung gemacht ist, dessen Bewegungen alle so leicht, so frei sind, das sich sonst kaum einen Augenblick ruhig verhält, bannt sich selbst in einer langen Reihe von Tagen viele Stunden lang an sein Nest, als ob seine Füße mit Klammern darin festgehalten würden. Ich meines Theils sehe nie einen Vogel in dieser Lage, ohne die unsichtbare Hand zu erkennen, die den mit seinem Loos zufriedenem Gefangenen von seinen Feldern und grünen Büschen ferne hält, um eines Zweckes willen, der, wie der Erfolg beweist, der allerwichtigste ist, und das Opfer am meisten verdient.

Allein nicht bloß der Freiheit entbehrt der brütende Vogel; Harvey versichert, oft auf den Eiern Weibchen gefunden zu haben, die über dem Brüten bis auf Haut und Knochen abgemagert waren.

Noch eine Bemerkung, mit der wir diesen Abschnitt schliessen. Der Umstand, daß die Vögel paarweise leben, die vierfüßigen Thiere dagegen in der Regel nicht, begründet einen Unterschied zwischen diesen zwei Thierklassen, welcher darauf hinweist, daß der Paarungstrieb mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Jungen sich modifizirt. Bei den vierfüßigen Thieren zieht das Junge seine Nahrung aus dem Körper der Mutter. Das männliche Thier thut nichts zur Erhaltung desselben und vermag auch nichts dafür zu thun. Beim befiederten Geschlecht werden die Jungen durch die Nahrung erhalten, die ihnen zugetragen wird, und die Sorge

ihrer in hinreichender Menge für eine zahlreiche Brut einzubringen, nimmt die Thätigkeit beider Eltern in Anspruch. In dieser Verschiedenheit sehen wir einen Grund vom regellosen Instinkt der vierfüßigen Thiere und von der gegenseitigen treuen Anhänglichkeit der befiederten Gatten.

Neunzehntes Kapitel.

Von den Insekten.

Ich schreibe keine systematische Naturgeschichte und band mich daher auch nicht an das gewöhnliche Fachwerk dieser Wissenschaft. Was ich über verschiedene Thierarten zu bemerken hatte, fügte sich größtentheils in die Eintheilung, die mir durch den Gang meines Beweises vorgeschrieben wurde. Ich habe jedoch über die Klasse der Insekten einige Bemerkungen nachzuholen, die ich nicht leicht einem der vorangegangenen Kapitel einverleiben konnte, und die ich daher in einem besondern Kapitel zusammenstelle.

Die Organe der Insekten sind sowohl ihrem Bau als ihrer Bestimmung nach weniger bekannt, als die der vierfüssigen Thiere und der Vögel. Der Grund hievon liegt nicht bloß in der Kleinheit der Thiere oder der Organe (denn diese Kleinheit können wir in gewissem Grade durch Vergrößerungsgläser aufheben), sondern vorzüglich in der Abweichung ihrer Sitten und ihrer Organisation von denen größerer Thiere. Die Insekten sind z. B. durchgängig, bei aller sonstigen Mannichfaltigkeit im Bau, mit Antennen versehen,* mit welchem Namen

---

* Die gelehrtesten Entomologen betrachten die Fühlhörner der Insekten als Gehörorgane; dies ist wenigstens die Ansicht solcher, welche den Bau dieser Theile aufs sorgfältigste untersucht haben. Dagegen behaupten andere Entomologen, die Fühlhörner seyen Tastorgane,

man jene langen Fühlhörner bezeichnet, die an jeder Seite des Kopfes hervorstehen. Es ist jedoch noch nicht mit Gewißheit ausgemittelt, welche Funktion diese allen Insekten gemeinschaftliche Organe haben. Die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse in diesem Punkt haben wir ohne Zweifel dem Umstande zuzuschreiben, daß sie sich nicht augenfällig mit den Organen, die wir selbst besitzen, oder mit den Organen bekannterer Thiere, die in ihren Fähigkeiten und Verrichtungen uns selbst ähnlich sind, vergleichen lassen. Es fehlt uns dabei an einer Analogie. Diese Schwierigkeit begegnet uns gleicherweise auch bei andern Eigenthümlichkeiten im Bau der Insekten. Dagegen finden wir bei den Insekten auch sehr viele Organe, deren Funktion durchaus nicht zweifelhaft und deren Bau deutlich erkennbar und recht eigentlich mechanisch ist, und diese taugen nun vorzugsweise für unsere Betrachtung.

I. Hieher gehören gleich die Elytra oder harten Flügeldecken der Käfer. Die eigentlichen Flügel des Thiers bestehen aus einer leichten, durchsichtigen Haut, feiner als die feinste Gaze und derselben nicht unähnlich. Ist diese Membran auseinander gebreitet, so hat sie im Verhältniß zur Größe des Thiers eine bedeutende Ausdehnung. Um dieses zarte Organ zu beschützen, und vielleicht auch, um es fortwährend feucht und geschmeidig zu erhalten, erhielt es in der

---

indem viele Insekten beständig mit denselben die vorliegenden Gegenstände befühlen, wie zum Beispiel die Bienen, die Ichneumoniden u. s. w. Dieser letzteren Ansicht wird entgegen gehalten, daß allerdings manche Insekten unläugbar mit ihren Fühlhörnern Alles betasten, andere dagegen dies sorgfältig vermeiden, wie z. B. die Schmetterlinge, manche Käfer und andere. Fragte man uns aber, worin sich Hören von Fühlen unterscheide, so wüßten wir in der That keine sichere Gränzlinie zu ziehen. Sind es nicht bloße Modifikationen eines und desselben Sinnes? Und da die Fühlhörner der Insekten in ihrer Form so außerordentlich mannichfaltig sind, könnten sie nicht den einen als Organe des Tastsinns, den andern als Organe des Gehörsinns dienen?

sogenannten Flügeldecke ein hartes, hornernes Gehäuse. Ist das Thier in Ruhe, so liegen die Gazeflügel zusammengefaltet unter diesem undurchdringlichen Schilde; schickt sich der Käfer zum Fliegen an, so lüpft er diesen Deckel und spannt seine dünne Membran an der Luft aus. Und man kann nicht ohne Bewunderung das feine Netzwerk betrachten, das, aus lauter Muskelfasern bestehend, sich in allen möglichen, aber bestimmten Richtungen durch die zarte Fläche hindurchzieht, und das Thier in den Stand setzt, dieselbe entweder in genau bestimmte Falten zu legen, so oft es seine Flügel unter ihr natürliches Obdach zu bringen wünscht, oder sie auszubreiten, so oft es sich in Bewegung setzen will.

Bei einigen Insekten reichen die Flügeldecken über den ganzen Körper;* bei andern bedecken sie ihn bis zur Hälfte, bei wieder andern nur einen kleinen Theil desselben **, bei allen *** aber ziehen sie sich ganz über die eigentlichen Flügel hin, und schirmen diese vollkommen. Ferner wohnen manche oder wohl die meisten Käferarten in Löchern unter der Erde, umgeben von harten, rauhen Körpern; oft haben sie sich auch durch enge Defileen durchzudrängen; unter solchen Umständen wären so zarte und große Flügel vielfachen Beschädigungen

---

* Aus diesem Grunde heißen die eigentlichen Käfer Coleoptera, ein Wort, das aus zwei griechischen Wörtern zusammengesetzt ist, welche „Scheide“ und „Flügel“ bedeuten.

** Eine Gruppe von Insekten, die Brachelytra (Staphylinus, *Linné*), besitzt Flügeldecken von der oben beschriebenen Art.

*** Hievon gibt es Ausnahmen. Bei den Geschlechtern Molorchus, Sitaris, und auch noch bei andern Käfern sind die Flügeldecken so klein und schmal, daß die untern Flügel nicht vollkommen bedeckt werden. Die Arten des Genus Molorchus bedürfen auch eines solchen Schutzes für ihre Flügel nicht, da sie in Blumen leben. Die Lebensweise der Sitarisarten ist nicht genau bekannt. Sie sollen in den Nestern gewisser Bienen leben. Beim Zangenkäfer bedecken die elytra die Flügel nicht vollständig; allein das freiliegende Stück der Flügel ist selbst von hornartiger Substanz wie die elytra, während der übrige Theil des Flügels außerordentlich zart ist.

ausgesetzt gewesen, ohne eine starke Decke zum Schutz und das Vermögen, sie unter derselben zusammenzufalten. *

II. Eine andere, ebenfalls mechanische, ebenfalls ganz augenfällige Vorrichtung ist der Pfriem oder Legstachel, der sich am hintern Theile vieler Fliegen findet, und mit welchem sie manchmal weiche Pflanzen, manchmal Holz, Haut und Fleisch von Thieren ** oder auch die Puppen anderer Insektenarten anbohren, und sogar in Lehm und Mörtel Löcher höhlen. Ich brauche kaum hinzuzusetzen, daß sie, nachdem sie die Substanzen angebohrt haben, ihre Eier in die Löcher legen. Die Naturforscher geben von diesem Organe folgende

---

* Das Genus Hister liefert einen Beleg für das Gesagte. Bei diesen Insekten sind die Flügeldecken ungewöhnlich hart. Die Arten dieses Geschlechts haben in Manchem auffallende Aehnlichkeit mit den Schildkröten, selbst in der Lebensweise; gleich diesen sind sie außerordentlich hart, von ovaler Gestalt, und können den Kopf in eine hornerne Scheide zurückziehen; außerdem sind sie träge, jedoch sehr stark und wühlen im Boden mit den Vorderfüßen. So besteht auch eine große Aehnlichkeit, namentlich in der Lebensweise, zwischen der sogenannten Maulwurfsgrille uud dem Maulwurf.

** Beinahe jede Larve oder Raupe (vielleicht ohne Ausnahme) hat ihre eigenen Schmarotzerthiere, oder sogenannte Parasiten unter den sogenannten Ichneumoniden. Eine bestimmte Art von Ichneumoniden wählt sich beinahe immer die nämliche Raupe, um ihre Eier auf oder in dieselbe zu legen, und da nun verschiedene Raupen unter sehr verschiedenen Umständen ihr Futter finden, so sind ihre Schmarotzerthiere in ihrem Bau darauf berechnet. Die Ichneumons, welche die in hohlen Baumstämmen oder in Pflanzenstengeln ihre Nahrung suchenden Raupen heimsuchen, sind mit langen Legstacheln versehen, womit sie durch ein Loch oder eine Ritze, durch welche sie selbst nicht schlüpfen können, die Raupe erreichen.

Selbst die Ichneumons sind ihrer Seits nicht frei von Parasiten. Man hat Beispiele, daß vier bis fünf parasitische Insekten, von welchen immer das eine sich von dem andern nährte, in Einer Puppe gefunden wurden. So kann man mehrere Ichneumonslarven in einer Puppe finden, von der sie sich nähren; werden diese Larven ihrer Seits selbst zu Puppen, so kommen gewisse Chalcidida (eine andere Fliegenart) und fressen sie an; ja die letztern werden wohl selbst wieder von andern Larven gefressen.

Beschreibung. Es ist ein scharf zugespitztes Werkzeug, das, wenn es nicht gerade in Thätigkeit ist, am Ende des Unterleibs verborgen liegt, von dem Thiere aber nach Belieben hervorgestreckt werden kann, um damit in die Blätter, Stengel oder die Rinde gewisser Pflanzen, die zur Nahrung der künftigen Brut bestimmt sind, hineinzustechen. In einer Scheide, die sich öffnet, so oft das Organ gebraucht wird, liegt ein derber, fester, mit Zähnen besetzter Stachel, längs welchem eine Röhre oder ein Kanal hinläuft, durch welchen das Ei, nachdem der Stich gemacht ist, manchmal mittelst einer peristaltischen Bewegung, an den ihm bestimmten Ort hingleitet. Bei der Bremse schiebt sich der Legstachel gleich den Stücken eines Fernrohrs aus einander; das letzte Stück ist mit drei Häkchen bewaffnet, und durchbohrt die Haut eines Ochsen. Bedarf es hier mehr als der Erwähnung des Faktums, um den Mechanismus deutlich zu machen?

3. Die eigentlich sogenannten Stacheln der Insekten gleichen, obgleich für einen andern Zweck bestimmt, * in ihrem Bau so ziemlich den Legstacheln. Die ausnehmend feine Spitze eines solchen Stachels, die Härte und Festigkeit der Substanz, aus der er besteht, die im Verhältniß zur Schwäche und Kleinheit des Insekts, und seinem sonstigen weichen Körperbau ausnehmende Stärke der Muskeln, durch welche er hervorgestoßen wird — dies Alles sind bemerkenswerthe und bewundernswürdige Eigenthümlichkeiten des Insektenstachels. Der Stachel einer Biene durchbohrt gemslederne Handschuhe; er dringt leichter in das menschliche Fleisch ein, als die feinste Nadelspitze. Die Wirkung dieses Stachels gibt uns ein Beispiel von Vereinigung vollendeter chemischer und mechanischer Kunst in einem Werke des Schöpfers. Chemischer Seits, wie concentrirt muß ein Gift seyn, das in so geringer Quantität so gewaltige Wirkungen hervorbringt! Und bei der Biene ist dieses Gift aus Honig, der

* Diese Stacheln der Insekten sind auch nichts anderes als Legstacheln.

einzigen Nahrung des Insekts, bereitet; einem Stoffe, von dem wir wohl zu allerletzt erwartet hätten, daß durch irgend einen Prozeß ein starkes Gift sich aus ihm scheiden ließe. Was sodann den Mechanismus betrifft, so ist der Stachel kein einfaches, sondern ein sehr zusammengesetztes Werkzeug. Der sichtbare Stachel ist trotz seiner ausnehmend feinen Spitze nichts als eine Scheide; mit Hülfe des Vergrößerungsglases bemerkt man an der Spitze des Stachels zwei kleine Oeffnungen, aus denen beim Akte des Stechens, und, wie es scheint, nachdem die Spitze des Hauptstachels bereits in das Fleisch eingedrungen ist, zwei äußerst feine Strahlen hervorschießen, die man den wahren und eigentlichen Stachel nennen könnte, weil durch sie das Gift in den vom äußern Stachel gemachten Stich einströmt. Ich sagte, Chemie und Mechanik seyen hier im Bunde: damit wollte ich sagen, die ganze Maschinerie wäre nutzlos, ein telum imbelle, würde ihm nicht ein für die Kleinheit des Tropfens äußerst wirksames Gift aus der chemischen Werkstätte im Körper des Insekts zugeführt. Andererseits wäre das Gift wirkungslos, es könnte den Feind nie erreichen, fände es nicht am Unterleib, wo es sich sammelt, eine Maschinerie, um es nach außen dahin zu leiten, wo es wirken soll, nämlich einen Pfriem, um ein Loch zu stoßen, und eine Spritze, um die Flüssigkeit hineinzutreiben. Und doch sind diese vereint wirkenden Dinge hinsichtlich ihres Ursprungs ganz unabhängig von einander. Das Gift erzeugt nicht den Stachel, und der Stachel kocht nicht das Gift.

IV. Der nächste Gegenstand unserer Betrachtung ist der Rüssel, * mit dem viele Insekten versehen sind. Es ist eine

---

* Der Theil, den man bei der Biene den Rüssel nennt, besteht aus einem Schafte oder einer Zunge in der Mitte, a (Fig. 1.), und aus vier Seitenstücken oder Kinnladen, deren zwei von der Basis, zwei von der Mitte ausgehen. Die obere Hälfte des Schaftes ist weich und biegsam, ziemlich flach und mit kleinen Haaren bedeckt. Dieses Theils bedient sich die Biene vorzugsweise zum Einsammeln des Honigs. Der Honig wird nicht, wie man gewöhnlich glaubt,

am Kopfe des Thiers sitzende Röhre. Bei den Bienen besteht sie aus zwei Stücken, die durch ein Gelenk mit einander verbunden sind; denn bliebe der Rüssel immer ausgestreckt, so wäre er zufälligen Beschädigungen zu sehr ausgesetzt; er wird daher, wenn sich die Biene desselben nicht bedient, vermittelst des Gelenkes zusammengelegt, und liegt sicher unter einer Art von Schirmdach. *

Bei manchen Schmetterlingsarten ist der Rüssel, wenn er nicht gerade in Thätigkeit ist, gleich einer Uhrfeder aufgerollt. Bei der Biene dient der Rüssel als Mund, und es springt in die Augen, wie weit besser er sich zum Sammeln der dem Thier angewiesenen Nahrung eignet als ein eigentlicher Mund. Die Bienen nähren sich vom Nektar der Blumen, vom Tropfen Syrup, der tief unten in den Blumenkronen, oder in den Buchten der Blumenblätter verborgen liegt. In diese Cellen steckt die Biene ihre lange, schmale

Fig. I.

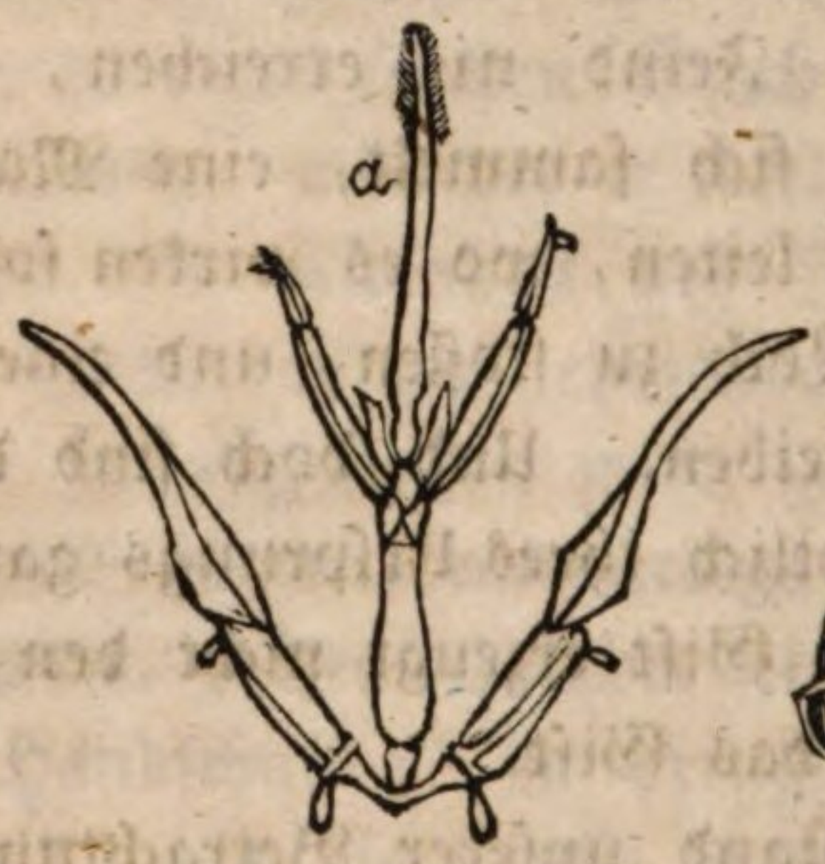


Fig. II.

eingesogen, sondern aufgeleckt und dann in die Speiseröhre gebracht. Die vier Seitenstücke bilden, wenn sie sich zusammenschließen, eine Scheide zum Schutz der Zunge und der übrigen Theile des Mittelschaftes. Figur II. stellt das Profil eines Schmetterlingkopfes dar; a ist das zusammengesetzte Auge, und b der halb abgerollte Rüssel; c und d sind bedeutend vergrößerte Theile der Röhren, aus denen der Rüssel besteht.

* An der untern Seite des Bienenkopfs findet sich eine Kerbe, die den zusammengelegten Rüssel aufnimmt.

Pumpe, und saugt * durch die Höhlung den kostbaren Saft ein, der auf andere Weise ganz unzugänglich wäre. Zu bemerken ist ferner, daß die Pflanze durch das, was die Biene mit ihr vornimmt, nicht im Geringsten leidet. ** Der harmlose Räuber nimmt zwar die Süßigkeit hinweg, läßt aber die Blüthe unverletzt. Die Ringe, aus denen der Bienenrüssel zusammengesetzt ist, die Muskeln, die ihn ausstrekken und wieder zusammenziehen, sind eben so viele mikroskopische Wunder. Auch die Schnelligkeit, mit der die Biene ihn bewegt, ist erstaunlich. Für unsern Zweck mag es jedoch hinreichen, im Allgemeinen auf die Angemessenheit des ganzen Baus, auf die richtige Wahl der Mittel zu Erreichung des vorliegenden Zweckes, besonders aber auf jene Weisheit

---

* Besser: leckt, denn es ist keine Röhre vorhanden. Siehe die vorhergehende Note.

** Die Bienen vermitteln die Befruchtung mancher Pflanzenarten, indem sie den Blumenstaub von den männlichen zu den weiblichen Blüthen hintragen. Da nun manche Blüthen eine viel größere Menge Honig abgeben, als andere, so könnte man meinen, daß Pflanzen, die wenig haben und deren Befruchtung doch von den Bienen abhängt, oft unfruchtbar bleiben müßten. Man bemerkt indessen keinen Ausfall der Art: der Rüssel ist nämlich bei verschiedenen Bienenarten bedeutend abweichend gebaut, so daß nicht alle Bienen ohne Unterschied von allen Honig gebenden Pflanzen sammeln können. Eine große Gruppe in der Familie der Bienen (die Apidæ) sammelt den Honig größtentheils in tiefen, einblättrigen Blumenkronen, z. B. in der Taubnessel u. s. w. Ihr langer Rüssel setzt sie in den Stand, den Grund der Blüthen zu erreichen. Eine andere Gruppe mit kurzem Rüssel ist auf anders gestaltete Blüthen verwiesen. Aber noch ein anderer Umstand veranlaßt verschiedene Bienenarten, verschiedene Blüthen heimzusuchen: nicht alle füttern ihre Larven mit demselben Stoff. Untersucht man z. B. die Cellen der Andräniden, so findet man, daß die für die junge Brut aufgespeicherten Vorräthe in einem Klumpen Blumenstaub bestehen, der eine ganz geringe Beimischung von Honig hat. Diese Bienen besuchen demgemäß Blumen, die viel Blüthenstaub haben, während sich bei andern (bei den Apidæ) Honig mit sehr wenig Blumenstaub für die junge Brut aufbewahrt findet.

aufmerksam zu machen, mit der die Natur von der allgemeinen Analogie abwich, wenn der Zweck, den sie sich setzte, durch Abweichung von sonstigen Regeln besser erreicht wurde.

Bei manchen Insekten ist der Rüssel oder die Zunge in eine Scheide* eingeschlossen, die, weit härter als der Rüssel selbst, und zugleich an ihrem Ende scharf zugespitzt, die Substanz, welche die Nahrung des Insektes enthält, durchbohrt und sich dann innerhalb der Wunde öffnet, um sofort der eingeschlossenen Röhre, die den Saft einsaugt, Spielraum zu lassen. Kann es einen klareren, einen sinnreicheren Mechanismus geben?

V. Die Verwandlung der Insekten aus Larven in fliegende Geschöpfe ist ein bewundernswürdiger Prozeß. Eine haarigte Raupe verwandelt sich in einen Schmetterling. Welch ein Wechsel! Wir erblicken vier prachtvolle Flügel, wo vorher keiner war, einen röhrenförmigen Rüssel an der Stelle eines Mundes mit Kinnladen und Zähnen, ** sechs lange

---

* Von dieser Art ist der Mund des gemeinen Flohs (pulex irritans); er besteht aus sieben Stücken: aus einem Paar äußerer Kinnladen (mandibulæ), aus einem Paar innerer Kinnladen (maxillæ), aus zwei Fühlspitzen (palpi), und aus einer Zunge. Diesen verschiedenen Stücken scheinen folgende Verrichtungen zuzukommen: Die mandibulæ, welche kurz, stark und scharf sind, durchstechen die äußere Haut; die maxillæ, welche lang und lanzettförmig sind, bohren tiefer, bis Blut kommt; die Zunge ist dazu bestimmt, das Blut aufzulekken und in die Speiseröhre zu bringen; die palpi haben, als Organe des Tastsinns, alle diese Operationen zu leiten. Diese sieben Theile, die zusammen den Mund bilden, und in der Kunstsprache trophi heißen, finden sich fast bei allen Insekten; nur sind sie je nach der Lebensweise der verschiedenen Arten verschieden gebaut.

** Der Mund der Raupe oder des Insekts in seinem Larvenzustande besteht meistens aus eben so vielen Stücken als der des ausgebildeten Insekts. Im Puppenzustande verschwinden einige dieser Theile beinahe oder ganz, wogegen sich andere um so mehr entwickeln, wie es gerade die Lebensweise des Thiers in seinem bevorstehenden ausgebildeten Zustande erfordert. Findet somit zwischen der Lebens-

Füße statt vierzehn kurzen. In einem anderen Falle sehen wir einen weißen, glatten, weichen Wurm in einen schwarzen, harten, beschalten Käfer mit feinen Flügeln verwandelt. Dies sind, wie gesagt, erstaunliche Prozesse, und setzen naturgemäß einen verhältnißmäßig künstlichen Apparat voraus.

VI. Beinahe alle Insekten legen Eier. Die Natur überwintert ihre Tag- und Nachtfalter und ihre Raupen als Eier, und wir können uns nicht genug wundern, welch mannichfache Kunstgriffe, so zu sagen, sie anwendet, um diese Eier zu schützen. Viele Insekten umspinnen ihre Eier mit einem seidenartigen Gewebe; andere bedecken sie mit einem härenen Gewand, gewoben aus Haaren von ihrem eigenen Körper; andere leimen sie zusammen; wieder andere, wie der Schmetterling des Seidenwurms, kleben sie an die Blätter, auf die sie dieselben gelegt, damit sie nicht durch den Wind abgeschüttelt, noch durch den Regen abgewaschen werden. Noch andere machen Einschnitte in die Blätter, und stecken ein Ei in jeden Einschnitt; oder sie wickeln dieselben in eine weiche Substanz ein, welche die erste Nahrung des jungen Thiers bildet, oder endlich machen sie ein Loch in die Erde, legen ihre Eier darein, und einen hinreichenden Vorrath von Nahrungsmitteln dazu.

---

weise der Larve und des ausgebildeten Insekts nur ein geringer Unterschied statt, so sind auch die Abweichungen in der Bildung des Mundes unbedeutend, wie bei den Heuschrecken und Kackerlacken.

Bei den Schmetterlingen verlängern sich die innern Kinnladen der Raupe beim vollkommenen Insekt zu zwei Röhren, die vom Thiere nach Belieben zusammengelegt werden können, und zwar mittelst vorspringender Leisten (die mit einem Häkchen fast wie die Strahlen der Federn versehen sind), so daß zwischen den beiden Röhren sich eine dritte bildet. Durch diese mittlere Röhre wird der Nektar eingesogen oder aufgeleckt. Von den Mandibulä und andern bei der Raupe stark entwickelten Theilen bemerkt man beim Schmetterling nur Rudimente, sie sind aber doch vorhanden.

Höchst merkwürdig erscheint auch die kunstreiche Art, wie das junge Insekt im Ei zusammengewickelt ist. Das Insekt, ausgerüstet mit allen Gliedern, die ihm zukommen, ist so zusammengerollt, daß es den möglich kleinsten Raum einnimmt. Trotz der Kleinheit des Eis hat es dabei Raum genug in seinem Gehäuse, ja es hat dessen noch übrig. Dieses Zusammenfalten der Glieder scheint nach bestimmten Gesetzen angeordnet; es ist nicht bloße Wirkung des Drucks, denn alsdann müßte die Lage der Glieder oft sehr verschieden seyn, während sie, so viel mir bekannt, bei derselben Insektenart immer eine und dieselbe ist.

Die bisherigen Bemerkungen gelten von der ganzen Klasse der Insekten, oder wenigstens vom größten Theile derselben. Andere Beobachtungen beschränken sich auf gewisse Arten, sind aber vielleicht darum nicht weniger anziehend und befriedigend.

I. Die Organisation im Unterleibe des Seidenwurms und der Spinne, vermittelst welcher diese Insekten ihren Faden spinnen, ist eben so offenbar mechanisch, als ein Drahtzug. Im Körper des Seidenwurms befinden sich zwei Beutel, die nach Form, Lage und Bestimmung gleich merkwürdig sind. Sie winden sich rings um den Darm herum, und messen, wenn man sie auseinander zieht, zehn Zoll, obgleich das Thier selbst nur zwei Zoll lang ist. In diesen Säcken sammelt sich eine Art Leim, und mit den Beuteln communiciren zwei Warzen oder Ausführungsgänge, die gleich einem Reibeisen vielfach durchbohrt sind. Der Leim oder das Gummi wird durch diese feinen Oeffnungen durchgetrieben und bildet somit dünne, fast unsichtbare Fäden, und diese Fäden zusammen bilden die Seide, wie wir sie von dem Cocon abwinden, in den das Thier sich eingesponnen hat; bei der Spinne wird aus diesen Fäden das Netz gewoben. In beiden Fällen wird das Ende des klebrigten Fadens vom Thiere irgendwo äußerlich befestigt; ist dies geschehen, so dreht sich das Insekt im Kreise oder entfernt sich geradlinigt von jenem Punkt, und zieht somit den Faden durch die erwähnten

Löcher, eine Operation, die, wie schon bemerkt, völlig einem Drahtzug gleicht. Der Faden wird, gleich dem Drahte, durch das Loch gebildet, durch welches er läuft. Nur in Einer Beziehung findet ein Unterschied statt: beim Drahtziehen bleibt das Metall ganz dasselbe, bloß seine Form wird geändert; beim thierischen Prozesse dagegen ändert sich nicht bloß die Form, sondern einigermaßen auch die Beschaffenheit der Substanz. So lange sich nämlich diese noch im Körper des Insektes befindet, ist es eine weiche, klebrigte, gummiartige Masse; der Faden wird nun aber, so wie er zu Tage kommt, fest und zähe, ohne Zweifel durch den Einfluß der Luft auf seine Oberfläche, und ein so feiner Faden ist ja fast ganz Oberfläche. Diese Eigenschaft der Substanz erscheint aber als ein Element der ganzen Vorrichtung.

Der Mechanismus selbst besteht aus Säcken, in denen sich der Schleim sammelt, und aus den äußern Löchern, die mit den Beuteln in Verbindung stehen, und wenn die Maschine arbeitet, so bildet sich ein Faden, gerade wie Draht, dadurch, daß das fertige Material durch Löcher von bestimmtem Durchmesser durchgetrieben wird. Die Secretion selbst aber entgeht, wegen der Feinheit des Prozesses, unserer Beobachtung; wir nehmen nichts wahr als das Produkt. Immer aber muß das eine dem andern, die den Schleim ausscheidenden Drüsen müssen der Beschaffenheit, der Consistenz der ausgeschiedenen Materie entsprechen; die Beutel müssen zur Aufnahme derselben geeignet seyn. Die Oeffnungen und Ausführungsgänge sind nicht bloß darauf eingerichtet, die Behälter ihres Inhalts zu entladen, sondern darauf, denselben in eine Form zu verarbeiten, die für das Leben und die Funktionen des Insekts außer dem Körper von Bedeutung ist, oder vielmehr einem erst bevorstehenden Bedürfnisse dient.

II. Die Bienen haben von jeher, bald durch diese, bald durch jene Eigenthümlichkeit den Naturforschern eine Menge Beobachtungen an die Hand gegeben. Ich will mich hier auf einen einzigen Punkt beschränken: nämlich auf das zwischen dem Wachs und dem Honig obwaltende Verhältniß.

Niemanden, der einen Bienenstock betrachtet hat, konnte es entgehen, wie bequem der Honig in den Waben aufbewahrt und wie wirksam namentlich der Gährung desselben durch seine Vertheilung in kleine Zellen vorgebeugt ist. Wird der Honig von den Waben gesondert und in ein Gefäß gegossen, so gährt er bei einer weit niedrigern Temperatur als der im Korbe herrschenden. Das Verfahren der Bienen mag sehr sinnreich erscheinen; aber abgesehen davon, was hätten sie ohne Wachs mit dem Honig anfangen sollen? wie hätten sie ihn über den Winter aufspeichern können? Das Wachs entspricht also einem gewissen Zwecke in Bezug auf den Honig, und der Honig heischt diesen Zweck in Bezug auf das Wachs: somit sind beide aufeinander berechnet. Und doch sind diese beiden Substanzen, die vereint so großen Nutzen haben und ohne einander so geringen hätten, ganz verschiedenen Ursprungs. Die Biene findet den Honig, aber sie bereitet das Wachs. Der Honig ist in den Nektarien der Blumen enthalten, und erleidet ohne Zweifel geringe Veränderung; er wird bloß gesammelt; das Wachs dagegen ist ein zäher, dehnbarer Teig, der aus einem trockenen Pulver,* jedoch nicht durch bloßes Kneten mit einer Flüssigkeit, sondern durch einen Prozeß im Körper der Biene, durch einen Verdauungsprozeß, bereitet wird. Was geht aus allen diesen Thatsachen und Umständen anders hervor, als daß das Thier, dem Honig zur Nahrung angewiesen war, durch eigenthümlichen äußern Bau in den Stand gesetzt wurde, sich Honig zu verschaffen? daß ferner dieses Thier, weil es des Honigs auch zu solcher Zeit bedarf, wo es gar keinen gibt, die gleich nothwendige Fertigkeit bekam, sich Vorrathskammern zur Aufbewahrung des Gesammelten zu

---

* Nach der Ansicht von Huber, Hunter und Andern wird das Wachs nicht aus Blumenstaub, sondern aus Honig bereitet. Huber hielt einige Bienen eingeschlossen, und fütterte sie bloß mit Honig: sie schieden nichtsdestoweniger Wachs aus ihrem Körper aus. Es ist gar wohl möglich, daß die Bienen niemals Blumenstaub verzehren, und daß dieser Stoff nur für die Larven gesammelt wird.

bauen? Diese Fertigkeit hängt nun offenbar vor Allem davon ab, daß sich das Thier passende Materialien zu verschaffen weiß. Und auch hier sind wieder zwei getrennte Funktionen zu unterscheiden: einmal das Vermögen der Biene, zum Behuf der Wachsbereitung ihre Beine mit Blumenstaub zu beladen. Die Beobachtung durch das Mikroskop zeigt löffelförmige Anhängsel an den Beinen zu diesem Zweck; bei dieser Operation mag man nun von Seite der Bienen Kunst und Willensfähigkeit voraussetzen; von beiden kann aber beim zweiten Punkte nicht die Rede seyn, nämlich beim Verdauungsprozeß, der das lose Pulver in eine zähe Substanz verwandelt. Die Honig- und Wachsbildung, wie sie hier kurz beschrieben worden, weist in ihrem ganzen Verlauf streng auf eine schöpferische Intelligenz hin. *

Auch der Stachel der Biene steht in Bezug zum Honig; er war nothwendig zur Beschützung eines Schatzes, der so viele Räuber anlockt.

III. Im **Genus Panorpa** besitzt das Männchen an seinem Schwanze eine Zange, mit der es das Weibchen fängt und hält. Kann der Mechanismus und sein Zweck bei einer Beißzange deutlicher seyn als hier? **

IV. St. Pierre erzählt, bei einer gewissen Fliege mit sechs Füßen (ich erinnere mich nicht mehr, ob er die Gattung genauer bezeichnet) sey das dem Kopfe und das dem Schwanze

---

* Auffallenderweise erwähnt Paley weder hier noch im Kapitel von den Instinkten des allermerkwürdigsten Instinkts und Bauwerks der Insekten: ich meine den streng geometrischen Bau der Bienencellen. König machte diese Entdeckung mittelst der Differenzialrechnung; Maclaurin löste später das Problem mit Hülfe der ebenen Geometrie. Die Winkel der Bienencellen weichen nur etwa zwei Minuten von denen der Berechnung ab; diese kleine Differenz wird durch nachfolgende Entdeckungen gewiß noch ausgeglichen werden.

** Im Genus Frichius (einem Geschlechte, das nahe mit den Rosenkäfern verwandt ist) sind beim Männchen zu gleichem Zwecke die Schienbeine am mittlern Fußpaar gekrümmt.

zunächst liegende Füßepaar an seinen äußersten Spitzen mit einer Art Bürste versehen, womit die Fliege, je nach Bedürfniß, den vordern und den hintern Theil ihres Körpers abreibt; das mittlere Füßepaar ist ohne Bürste, weil die Lage dieser Füße den Gebrauch eines solchen Werkzeugs, auch wenn es vorhanden wäre, unmöglich machte. Dies ist doch wohl eine sehr genaue mechanische Unterscheidung. *

V. Wünscht der Leser nicht nur von der Mechanik der Natur, sondern auch von ihrer chemischen Kunst einen Begriff zu bekommen, so liefert ihm auch hier die Insektenwelt ein merkwürdiges Beispiel. Ich meine das Licht am Schwanze des Glühwurms. Hinsichtlich zweier Punkte, scheinen die Naturforscher bei dieser Erscheinung einig zu seyn: einmal, das Licht ist phosphorisch, und zweitens, es dient dazu, das männliche Insekt anzulocken. Nun bleibt aber noch die Frage zu beantworten, warum gerade bei diesem Insekte eine so außerordentliche Vorrichtung, wie wir sie sonst bei keinem Thiere finden, getroffen wurde? Der Grund scheint in der Verschiedenheit zwischen dem männlichen und dem weiblichen Insekte zu liegen, die wirklich bedeutender ist als bei irgend einer andern Thiergattung. Der Glühwurm ist eine weibliche Raupe; das Männchen derselben ist eine sehr lebhafte, im Vergleich mit dem Weibchen kleine, und demselben an Gestalt sehr unähnliche Fliege, die sich von demselben wahrscheinlich in der Lebensweise so gut wie im ganzen Aeußern unterscheidet. Damit war ein sehr schwieriger Fall zu vermitteln: die Raupe kann mit ihrem Gatten nicht in der Luft zusammenkommen; das geflügelte, herumschwärmende Männchen lebt nicht auf dem Boden. Somit fänden sie sich also nie

---

* Eine ähnliche Einrichtung finden wir beim Hirschkäfer (Lucanus cervus). Dieser putzt sich seine Fühlhörner, indem er sie zwischen dem Schenkel des Vorderfußes und der untern Seite des Brustschildes hindurchzieht. Zu dem Ende sieht man an diesen beiden Theilen einen sammetartigen Ueberzug von Haaren, der zum angegebenen Zwecke vollkommen passend ist.

zusammen, wenn nicht diese strahlende Fackel das flüchtige Männchen zu seinem stillsitzenden Weibchen hinleitete. *

Auch hier sehen wir wieder, wie die Natur in ihren Hilfsmitteln der Kunst vorgegriffen. Die Bereitung des Phosphors ist ein schwieriger chemischer Prozeß, und der Gedanke, statt angezündeter Nachtlichter phosphorische Zündhölzer bereit zu halten, erschien höchst sinnreich. Im Körper des Glühwurms wird der Phosphor nicht nur bereitet, sondern angezündet, so daß er zum angegebenen Zweck ein stetes und freundliches Licht verbreitet. **

VI. Das zuletzt angeführte Beispiel ist nicht das einzige in der Insektenwelt, das unsere Erfindungen oder vielmehr unsere Projekte als Nachahmungen der Natur erscheinen läßt. Vor einigen Jahren wurde der Versuch gemacht, eine Bewegung vorwärts durch Reaktion hervorzubringen, nämlich folgendermaßen: vermittelst einer Dampfmaschine sollte ein Wasserstrahl vom Hintertheil eines Boots ausgestoßen, und durch den Stoß dieses Strahls auf das Flußwasser das Boot

---

* Der weibliche Glühwurm macht alle Umwandlungen durch, wie die andern Insekten, und sein ausgebildeter Zustand weicht beträchtlich von seinem Larvenzustande ab, dabei gibt er aber in beiden Stadien phosphorisches Licht von sich. Außer den gewöhnlichen Geschlechtsverschiedenheiten unterscheidet sich der weibliche Glühwurm von dem männlichen nur dadurch, daß der erstere flügellos ist. Flügellose weibliche Insekten sind jedoch gar nichts seltenes; viele Mottenarten sind ohne Flügel. Die zwei Umstände, daß das weibliche Insekt stille liegt, und daß das männliche nur bei Nacht fliegt, scheinen auf die Bestimmung des Lichtes hinzuweisen. Man sehe die folgende Note.

** Ueber den Zweck des von dem Glühwurm ausstrahlenden Lichts sind die Naturforscher nicht einig. Ein Hauptzweifel wurde dadurch erregt, daß das Insekt, wie in der vorigen Note bemerkt, auch in seinem unvollkommenen Zustande, wo es sich nicht paart, einen, wiewohl unbedeutenderen Schein von sich gibt, und daß auch andere Insekten, so gut als der männliche Glühwurm, von dem Lichte angezogen werden. Die stärkeren Gründe sind jedoch entschieden auf Seiten derjenigen Ansicht, zu der sich unser Verfasser bekennt; auch ist sie die allgemeiner angenommene.

vorwärts getrieben werden. Es ist dies dasselbe Prinzip, nach welchem Raketen in die Luft steigen. Die Ausführbarkeit oder Zweckmäßigkeit eines solchen Projekts gehört nicht hieher; aber so viel ist gewiß, es war eine kunstreiche Vorrichtung, und die Natur hat sich, wenn wir den Naturforschern glauben dürfen, just dieser Vorkehrung bedient, um die Bewegung gewisser Wasserinsekten zu vermitteln. Die Larve der Stechfliege bewegt sich nach Adams dadurch auf dem Wasser, daß sie aus ihrem Schwanze einen Wasserstrahl ausspritzt; die Reaktion des Wassers im Teiche auf den rückwärts von ihrem Körper ausgehenden Strom treibt sie vorwärts.

VII. Europa wurde erst kürzlich durch das Aufsteigen von Ballons, welche Lasten mit sich in die Luft hoben, in Staunen gesetzt. Es kam bei dieser Erfindung darauf an, eine Substanz zu entdecken, die spezifisch leichter als die Luft ist und sich leicht handhaben läßt, und die Anwendung bestand einfach darin, daß man eine gewisse Masse dieser Substanz neben ihrem eigenen Gewicht einen an sie befestigten schwerern Körper in die Luft heben ließ. Dieses für uns ganz neue Mittel hat nun der Schöpfer bei der Spinne in Anwendung gebracht, von welcher der sogenannte fliegende Sommer herrührt. Wir sehen oft Spinnenfäden in der Luft schweben und sich von Hecke zu Hecke, über Wege und Bäche von vier bis fünf Ellen Breite ausdehnen. Das Thier, das diese Fäden spinnt, hat keine Flügel, um damit vom einen Ende dieser Linie zum andern hinzufliegen; es besitzt auch keine Muskeln, um so weit zu springen, und dennoch hat der Schöpfer einen Pfad durch die Luft für dasselbe gebahnt, und zwar so: das Thier selbst ist schwerer als die Luft, aber der Faden, den es aus seinen Eingeweiden herausspinnt, ist spezifisch leichter. Dieser Faden ist sein Ballon. Die sich selbst überlassene Spinne würde zu Boden sinken, da sie aber an ihrem Faden hängt, so bleibt sie mit ihm in der Luft schweben. Wir haben somit hier eine höchst eigenthümliche Vorrichtung, und der sinnende Forscher sieht mit

Vergnügen, wie hier ein Insekt nicht durch seine eigene Leichtigkeit, sondern durch den von ihm gesponnenen Faden schwebend erhalten wird, und Räume durchzieht, die, wenn wir bloß seinen Körper betrachten, ihm ewig unzugänglich schienen. *

Ich muß den Leser um Erlaubniß bitten, aus Mangel an einem schicklichern Ort hier ein paar Bemerkungen über die große Familie der Land- und Seeschaalthiere einschalten zu dürfen.

1. Die Schaale der Schnecke ist ein wundervolles, rein mechanisches, und, wenn man anders den Ausdruck von Werken der Natur gebrauchen darf, ein originelles Kunstwerk. Andere Thiere haben ihre Zufluchtsstätten, so wie ihre Winterquartiere; die Schnecke führt dieselben mit sich. Sie reist mit ihrem Zelte, und dieses Zelt ist zwar, wie es seyn mußte, leicht und dünn, aber dennoch für Luft und Feuchtigkeit undurchdringlich. Die junge Schnecke schlüpft mit der Schaale auf ihrem Rücken aus dem Ei, und die allmählige Vergrösserung, welche die Schaale im Lauf der Zeit erhält, wird durch den Schleim vermittelt, der von der Haut des Thieres ausgeschieden wird. Die Tauglichkeit dieses Sekretionsstoffes zum angegebenen Zwecke, die ihm inwohnende Eigenschaft, sich zu einer Schaale zu verhärten, die Thätigkeit, bestehe diese nun in was sie wolle, vermöge welcher das Thier dieses sein Vermögen und die besondere Constitution seiner Drüsen in Anwendung bringt (davon zu schweigen, daß der Prozeß eingeleitet ist, bevor das Thier zur Welt kommt), dies Alles

---

* Man glaubte früher, die Spinne könne ihren Faden nach Belieben in jeder Richtung durch die Luft werfen, ihn an verschiedene Körper befestigen und sich auf diese Weise vom einen zum andern bewegen. Durch neuere genauere Beobachtungen wurde aber ermittelt, daß das Thier dieses Vermögen nicht besitzt, sondern daß es eines Luftzugs bedarf, um den Faden fortzuführen. Diese Berichtigung einer früheren Meinung schwächt jedoch den oben geführten Beweis keineswegs.

sind Dinge, die mit keinem Grund der Wahrscheinlichkeit irgend einer andern Ursache als einem Plane zugeschrieben werden können. Bei aller Mannichfaltigkeit, die uns die Schneckengehäuse darbieten, zeigt sich doch wieder eine Regelmäßigkeit, die wir kaum erwartet hätten. Bei derselben Schneckenart ist, wenn auch nicht immer, doch gewöhnlich die Anzahl der Windungen dieselbe. Das Verschließen der Mündung durch die Schnecke ist ebenfalls sehr wohl für ihre Wärme und Sicherheit berechnet; der Kitt, dessen sie sich hiezu bedient, ist jedoch eine andere Substanz als die Schaale.

2. Was wir hier von der Landschnecke bemerkt, gilt größtentheils auch von den Schaalthieren der See, besonders von den einschaaligen. Hinsichtlich derselben sind nur zwei Bemerkungen beizufügen. Die erste bezieht sich auf die große Festigkeit und Härte der meisten dieser Schaalen. Ich zweifle, ob menschliche Kunst im Stande wäre, Gehäuse zu verfertigen, die bei gleicher Leichtigkeit so stark wären, wie manche Muscheln, und solche Widerstandsfähigkeit ist ganz der Lebensart des Thieres angemessen, das so oft den Gefahren eines stürmischen Elements, felsigten Meergrundes und den Angriffen gefräßiger Fische ausgesetzt ist. Die zweite Bemerkung betrifft den eigenthümlichen Umstand, daß die von dem Thiere ausgeschiedene Materie sich nicht nur überhaupt, sondern im Wasser verhärtet und zu einem festen, harten, kalkartigen Stoffe wird. Diese Eigenschaft ist viel außerordentlicher und, chemisch zu sprechen, viel spezifischer, als das Verhärten an der Luft, was als ein bloßer Austrocknungsprozeß betrachtet werden könnte.

3. Bei den zweischaaligen Muscheln, wie bei der Auster, bewies der Schöpfer seine Kunst auf eine ebenso einfache als anschauliche Weise. Er befestigte an die hintere Seite der Muschel eine zähe, sehnigte Substanz, die zugleich als Band dient, das beide Schaalen verknüpft, und als Angel, auf der sie sich öffnen und schließen.

4. Die Schaale eines Krebsschwanzes stellt mit ihren untereinander artikulirenden und übereinandergreifenden Stücken

vollkommen den beweglichen Theil einer Rüstung dar, oder vielmehr ist wohl die Rüstung eine Nachahmuug der Krebsschaale. Beide haben den nämlichen Zweck: sie sollen Körpertheile schützen, ohne ihre Bewegung zu hemmen; es bedurfte also bei beiden der gleichen Eigenschaften, nämlich der Härte und der Biegsamkeit. Zu Erreichung dieses gedoppelten Zweckes vermochte die Kunst des Menschen, als sie sich an diesem Gegenstand versuchte, nichts Besseres zu erfinden, als was die Natur seiner Beobachtung darbietet. Ein Panzerhemd hält man nun doch wohl für ein Produkt der Kunst? und der ganz analogen, demselben Zwecke dienenden Bildung des Krebses wollte man einen andern Ursprung zuschreiben?

Mancher, der in diesem Falle die Nachahmung anerkennt, und dem Schlusse, den wir daraus ziehen, beipflichtet, möchte vielleicht fragen, warum solche Nachahmungen in der Wirklichkeit nicht häufiger vorkommen, wenn es wahr ist, daß allen Bildungen des thierischen Körpers dasselbe Prinzip, das heißt Intelligenz und mechanische Kunst zu Grunde liegt, nach welchem wir uns zu den verschiedenen Lebensbedürfnissen unsere Werkzeuge schaffen. Auf diese Frage dient zur Antwort, daß fürs erste der Fall sehr selten ist, wo genau derselbe und kein anderer Zweck, durch ein Werk der Natur und durch ein künstliches Produkt erreicht werden soll, und zweitens, daß wir noch seltener überhaupt die Natur nachahmen können, wenn wir auch wollten. Unsere Materialien wie unsere Kunst sind gleich mangelhaft. Aus Federn, Drähten, Holz und Leder läßt sich nur ein armseliges Surrogat für einen Arm oder eine Hand bilden. Beim obigen Beispiele von der Krebsschaale und dem Panzer erscheinen diese Schwierigkeiten geringer als vielleicht in irgend einem andern Falle, und die Folge davon ist, daß die Kunst flugs von der Natur borgte und sie getreulich nachahmte.

Doch wir kehren zu den Insekten zurück. Bei dieser Thierklasse mehr als bei jeder andern, vollends wenn wir die

Unzahl von Arten bedenken, welche nur das Mikroskop entdeckt, erfüllt uns „die unersättliche Mannichfaltigkeit der Natur," wie Cicero sie nennt, mit Erstaunen.

Nach St. Pierre gibt es sechstausend Arten von Fliegen und siebenhundertundsechszig Arten Schmetterlinge.* Der nämliche Schriftsteller versichert, daß nach seiner eigenen Beobachtung siebenunddreißig genau charakterisirte Arten geflügelter Insekten eine einzige Erdbeerpflanze im Laufe von drei Wochen besuchten. Ray beobachtete im Umkreis von zwei Meilen um seine Wohnung zweihundert Arten von Tag- und Nachtschmetterlingen. Und bei dieser ungeheuern Mannichfaltigkeit thierischer Bildungen (denn die Bemerkung beschränkt sich nicht auf die Insekten, obwohl sie von ihnen mehr gilt als von jeder andern Thierklasse) ist einer der interessantesten Punkte, die Betrachtung der verschiedenen oder vielmehr kunstvoll abgeänderten Methoden, wodurch ein und derselbe Zweck erreicht wird. Nehmen wir z. B. das Athemholen, das auf die eine oder andere Weise vermittelt werden mußte: außer den mannichfachen Formen von Lungen, Kiemen und Respirationslöchern (denn die Insekten athmen im Allgemeinen nicht durch den Mund, sondern durch Löcher in der Seite des Körpers) finden wir ganz eigenthümliche Bildungen: so haben die Nymphen gewisser Schnacken eine Vorrichtung, vermittelst deren sie ihren Rücken über den Wasserspiegel erheben, um Luft zu schöpfen; die Hydrokanthariden thun dasselbe, indem sie ihre Schwänze aus dem Wasser emporrecken. Die Made der **eruca labra** hat einen langen Schwanz, der

---

* Es gibt in England Insektensammlungen, die wahrscheinlich gegen vierzigtausend Arten enthalten. Die Zahl der in der Natur bestehenden Arten mag leicht sechzig bis achtzigtausend betragen. Stephens in seinem Verzeichniß brittischer Insekten zählt deren zehntausend auf; seit der Bekanntmachung jenes Verzeichnisses sind aber viele neue Arten entdeckt worden. Wir sprechen nämlich hier bloß von wirklichen Insekten, d. h. Thieren, die sechs Füße haben u. s. w. mit Ausschluß der Krebse, Scorpione und Spinnen, die früher in Eine Klasse mit den Insekten gesetzt wurden.

ineinander gesteckt ist, den sie aber nach Belieben ausstrecken kann; am Ende dieses Schwanzes befindet sich ein sternförmiger Büschel, den das Insekt auseinanderbreitet und vermittelst dessen es sich nicht bloß über dem Wasserspiegel erhält, sondern auch die nöthige Luft einzieht. Betrachten wir die natürliche Bekleidung der Thiere, so finden wir die Haut derselben mit Schuppen, Haaren, Federn, Schleim oder Schaum bedeckt, oder sogar in Schaalen und Krusten verwandelt. Die nicht minder nothwendigen Werkzeuge zum Angriff und zur Vertheidigung erscheinen als Zähne, Klauen, Schnäbel, Hörner, Stacheln und Pfrieme; das allermerkwürdigste Vertheidigungsmittel ist das Vermögen, elektrische Schläge auszutheilen; gewisse Thiere vertreiben ferner ihre Verfolger durch einen unerträglichen Gestank, andere können das Wasser trüben, in dem sie verfolgt werden. Bei der Betrachtung dieser Welt von Bildungen dringt sich uns der Gedanke auf, daß es dem Schöpfer oder den Vollstreckern seines Willens, abgesehen von jedem andern Grunde, um Mannichfaltigkeit an sich zu thun gewesen. Dieser großen Mannichfaltigkeit des organischen Lebens steht zur Seite, oder aus ihr entspringt vielmehr eine entsprechende Mannichfaltigkeit thierischer Triebe, und der rationelle Grund ist unschwer zu erkennen. Wenn alle Thiere nach einem und demselben Elemente, nach dem gleichen Aufenthaltsorte, der gleichen Nahrung verlangten, so ist klar, wie viel weniger dann Nahrung und Spielraum fänden als unter den obwaltenden Umständen. Was das eine Geschöpf liegen läßt, daran ergötzt sich ein anderes. Nahrungsmittel, die dem einen Thiergeschlechte Ekel erregen, sind eben um dieser Ekel erregenden Eigenschaft willen für ein anderes Geschlecht ein lockender Leckerbissen. Verdorbenes Fleisch ist ein Festmahl für Hunde, Raben, Geier, Fische.* Die Ausdünstungen

---

* Sehr viele Insekten leben sowohl im Larven-, als im ausgebildeten Zustande einzig von faulem Fleische und leisten, namentlich bei heißem Wetter, durch Entfernung solcher schädlicher Substanzen wichtige

verfaulter Substanzen ziehen Fliegen in Menge herbei, und Maden schwelgen in der Fäulniß. *

Dienste. In dieser Beziehung sind die Maden der Fliegen sehr nützliche Thiere. Ein Aas wird durch sie binnen kurzer Zeit nach allen Richtungen durchlöchert, aufgezehrt und skeletirt.

* Des merkwürdigsten Instinkts in der Insektenwelt, der Bauten der Bienen, haben wir in einer frühern Note kurz erwähnt. Nicht geringere Beachtung verdienen die Arbeiten der Wespen; sie sind in chemischer Hinsicht so merkwürdig als die Bauten der Bienen auf mathematischem Gebiete. Sie sind überdies eines der schlagendsten Beispiele, wie lange die Werke niedriger Thiere Vorbilder menschlicher Erfindungen waren; ja, sie beweisen, wie viel mehr Entdeckungen wohl zu machen gewesen wären, wenn man sich genau an jene Vorbilder gehalten hätte. Manche der wesentlichsten Prozesse, wodurch in der neuesten Zeit die Papierbereitung verbessert worden ist, namentlich die Verwendung anderer Substanzen als Lumpen, und die Erzielung größerer Zähigkeit vermittelst langer Fasern, waren den Bienen von Anbeginn bekannt. Ihr ganzes Verfahren bei Bereitung des sogenannten Wespenpapiers ist genau das Verfahren der besten Papierfabrikanten.

Zwanzigstes Kapitel.

Von den Pflanzen.

Ich glaube, daß die Thierwelt im Allgemeinen uns viel augenfälligere Beweise eines planvollen, durchdachten Mechanismus an die Hand gibt, als die Pflanzenwelt, und es erscheint als unnöthig, bei schwächeren Argumenten zu verweilen, während stärkere zu Gebot stehen. Einige wenige Bemerkungen über das Pflanzenreich liegen jedoch so ganz im Bereiche dieser Betrachtungen, daß es mir unzweckmäßig erschiene, sie mit Stillschweigen zu übergehen.

Als Hauptrücksicht der Natur beim Bau der Pflanzen erscheint die Ausbildung des Samens, und die Erhaltung desselben, bis er ausgebildet ist. Dies zeigt sich erstlich in der Sorgfalt, womit alle jene Theile, die unmittelbar zur Samenerzeugung mitwirken, nämlich die Staubbeutel, Staubfäden und Narben, geschützt sind, und in der Partheilichkeit, mit der ihnen an der Pflanze selbst der vortheilhafteste Ort angewiesen wurde. Gewöhnlich sind diese Organe im Mittelpunkte der Blüthe, oder in Buchten und Labyrinthen derselben gelagert, wir finden sie, so lange sie noch zart und unreif sind, im Stengel der Pflanze eingeschlossen oder in der Knospe verwahrt; haben sie aber die gehörige Festigkeit des Gewebes erlangt, um die freie Luft zu ertragen, sind sie fähig, ihre Bestimmung zu erfüllen, so berstet der Stengel oder die geschlossenen Blumenblätter entfalten sich und treten

an Licht und Luft, und dann wird in manchen Fällen, in Folge der Gestaltung der Blüthe selbst, Licht und Wärme von der concaven Seite der Blumenkrone auf sie reflektirt. Im sogenannten Schlaf der Pflanzen legen sich die Blätter oder Blumenblätter so, daß sie die junge Knospe oder Frucht bedecken. Wenn beim Getreide die Pflanze in den Halm zu schießen beginnt, so vereinigen sich die zwei obersten Blätter des Stengels, umfassen die Aehre und schützen sie, bis die weiche Masse derselben einen gewissen Grad von Consistenz erlangt hat. Bei manchen Wasserpflanzen geht die Blüthe und die Befruchtung innerhalb des Stengels vor sich, der sich nachher öffnet, um die befruchteten Samenkörner auszustreuen. Bei den sogenannten Schmetterlingsblüthen liegen die Fructifikationsorgane in einer von einem Blumenblatt gebildeten zierlichen Falte, wegen ihrer Gestalt das Schiffchen genannt, und über ihr bilden die äußern Blumenblätter eine Art Schutzdach. Dieser Bau ist äußerst kunstvoll und sehr weit verbreitet, was ihn weniger auffallend, aber nur desto schätzbarer macht. Dabei ist der weitere, rein mechanische Vortheil, daß alle Blüthen der Art ihren Rücken gegen den Wind kehren, sobald derselbe so stark bläst, daß er die zarten Theile, aus denen sich der Same bildet, beschädigen könnte. Ich habe dies mehr den hundertmal an einem in Blüthe stehenden Erbsenfelde beobachtet. Die Gestalt der Blüthe ist darauf berechnet, und der Vorgang ist, wie gesagt, so rein mechanisch, wie das Drehen einer Windfahne oder einer blechernen Kappe auf der Spitze eines Kamins. Beim Mohn und andern ähnlichen Pflanzen hängt die Blüthenknospe abwärts, so lange sie noch im Wachsen begriffen ist: eine starke Krümmung am obern Theile des Stengels gibt ihr diese Lage, wobei sie gegen Regen oder Feuchtigkeit vollkommen geschützt ist. Hat aber die Knospe ihre volle Größe erlangt, und ist sie dem Aufbrechen nahe, so richtet sich der Stengel in die Höhe, um die Blume und mit ihr die Samenwerkzeuge dem belebenden Einfluß der Sonnenstrahlen auszusetzen. Diese Vorrichtung erschien mir immer sehr merkwürdig,

auch ist sie augenscheinlich vom Anfang an im Bau der Pflanze vorgesehen; denn wenn sich der Stengel bloß durch das Gewicht der Knospe böge, wie käme es, daß er eben dann eine aufrechte Stellung annimmt, wenn sie am schwersten ist? Diese Beispiele zeigen, wie besorgt die Natur für den wichtigsten Punkt im Pflanzenleben ist, für den Schutz und die Zeitigung der Organe, welche die Fructifikation vermitteln.

Bei Bäumen, besonders bei solchen, die in kälteren Klimaten leben, sehen wir in Bezug auf denselben Gegenstand noch viel früher Vorkehrung getroffen. Manche Bäume der Art (z. B. die Esche und die Roßkastanie) treiben im ersten Jahre nur Keime von Blättern und Blüthen, und bringen sie dann im folgenden zur vollkommenen Ausbildung; sie haben also einen Winter zu überdauern. Um sie nun gegen die Strenge der Jahreszeit zu schützen, traf die Natur merkwürdige Veranstaltungen: fürs erste sind diese zarten Keime so fest zusammengewickelt, wie wir es künstlich nimmer im Stande wären, und in diesem Zustand bilden sie die sogenannte Knospe; ferner ist die Knospe selbst mit Schuppen bedeckt, die nichts anders sind als Blätterrudimente, welche sich gegen das Ende der Jahreszeit bilden, wo die Kraft der Vegetation allmählich erstirbt. Dies ist noch nicht Alles. In den kältesten Erdstrichen kommt ein drittes Schutzmittel hinzu: die Knospe hat nämlich einen gummiartigen oder harzigten Ueberzug, welcher, einmal erstarrt, dem stärksten Froste widersteht. Beim Herannahen der warmen Jahreszeit erweicht sich das Harz und ist sofort kein Hinderniß mehr für die Entfaltung der Blätter und Blüthen.

Die Samen selbst sind in eine Kapsel zusammengepackt, deren Wände, im Vergleich mit den übrigen Theilen der Blüthe, stark und zäh sind. Aus diesem Fruchthälter steigt eine Röhre empor, durch welche der Blumenstäub oder ein von demselben ausgehendes befruchtendes Effluvium zu den Samenkörnern dringt. Auch hier treffen wir auf mancherlei mechanische Abänderungen, je nach den verschiedenen Umständen,

unter denen ein und derselbe Zweck erreicht werden soll. Bei aufrechtstehenden Blumen ist der Stempel kürzer als die Staubfäden, und der Blumenstaub, der aus den Staubbeuteln in den Blumenkelch herabfällt, wird so vom Kopfe des Stempels, von der sogenannten Narbe, aufgefangen. Wie geht nun aber dieser Prozeß vor sich, wenn die Blume, wie z. B. die Kaiserkrone, abwärts hängt, wodurch der Blumenstaub in seinem Falle von der Narbe hinweg, anstatt zu ihr hingeführt würde? Es wurde einfach das Längenverhältniß der Theile umgekehrt: das Pistill ist in solchen Blumen in der Regel länger als die Staubfäden, und der abwärts fallende Blumenstaub wird von dem hervorstehenden Rand des Pistills aufgefangen. In manchen Fällen, z. B. bei der Nigella, wo die Pistille unverhältnißmäßig lang sind, beugen sich ihre Spitzen gegen die Staubbeutel um, um so die erforderliche Annäherung zu bewirken.

Ist nun das wichtige Werk, auf welches diese ganze Maschinerie hinzielt, die Befruchtung, vor sich gegangen, so welken die andern Theile der Blüthe und fallen ab, während das befruchtete Samengefäß, oder Germen, fortwährend größer wird, und immer zu einem bedeutenden, bei manchen Arten, wie bei Kürbissen und Melonen, zu einem verhältnißmäßig ungeheuren Umfang erwächst, und dabei entfaltet sich nun bei verschiedenen Pflanzen eine erstaunliche Mannichfaltigkeit der Formen, die aber immer offenbar auf den Schutz des Samens berechnet sind. In Folge dieses unabänderlichen, aber dabei doch so mannichfaltigen Prozesses, sehen wir am Ende den Samen bei Steinfrüchten und Nüssen in eine harte Schaale eingeschlossen, während diese ihrerseits in einem Fleische oder in einer Hülse steckt, durch welche der Same ernährt wird oder ernährt wurde. Noch häufiger (wie bei den Trauben, Orangen und den zahlreichen Arten von Beeren) ist er in einen klebrigten Syrup versenkt, der von einer Haut oder Blase umschlossen ist; anderemale liegt er, wie bei Aepfeln und Birnen, mitten in einer festen, fleischigten

Substanz, oder ist, wie bei den Erdbeeren, in die Oberfläche einer weichen, saftigen Masse eingesetzt.

Unter diesen und noch weit mannichfacheren Formen stellen sich uns die eigentlich sogenannten Früchte* dar. Bei den Hülsenfrüchten, Getreidearten und Gräsern, bei Bäumen, Gesträuchen und krautartigen Gewächsen übersteigt die

---

* Schon die äußere Gestalt der Früchte muß, abgesehen von aller Erfahrung, auf den Gedanken bringen, daß diese Schöpfungen zum Theil auf die Bedürfnisse der Thierwelt berechnet sind. Betrachtete man die Bildung als auf die Pflanze beschränkt, so schiene sie wirklich über ihren Zweck hinauszugehen. Das Fleisch eines Apfels, der Saft einer Orange oder Pflaume, das Fett der Olive u. s. w. scheinen mehr als hinreichend für die Ernährung des Samens. Die Erfahrung zeigt, daß dieser Ueberfluß (wenn es wirklich Ueberfluß ist) der Thierwelt zur Nahrung und zum Genuß dient. Wenn wir nun bemerken, daß eine Vorkehrung für Einen Zweck mehr als hinreichend ist, außerdem aber auch noch einem andern Zweck entspricht, so ist der Schluß wohl erlaubt, daß beide Zwecke beabsichtigt waren. Diese Ansicht wird auch noch durch die Beobachtung unterstützt, daß nicht alle Früchte zu gleicher Zeit reifen, (was ja sehr möglich gewesen wäre) sondern nacheinander im Verlauf eines großen Theils des Jahres, manche schon im Sommer, andre im Herbste; wieder andere bedürfen des langsam reifenden Einflusses des Winters und treten im Frühlinge auf; auch wachsen oft die kühlendsten Früchte an den heißesten Orten. Gurken, Ananas, Melonen sind natürliche Erzeugnisse warmer Himmelsstriche und tragen durch ihre Kühle viel zur Erfrischung der Einwohner bei.

Der eßbare Theil einer Kirsche oder Pfirsche dient zuerst dazu, den Samen oder Kern zu zeitigen, ihm Nahrung zuzuführen, vermittelst Gefäßen, die durch den Stein hindurchziehen, und bei einem Pfirschensteine z. B. sehr sichtbar sind. Hat der Kern seine vollkommene Ausbildung erlangt, so wird der Stein hart und die Gefäße stellen ihre Funktion ein. Allein die den Stein umgebende Substanz wird darum nun nicht als nutzlos weggeworfen. Was zuerst bloß ein Werkzeug zur Zeitigung des Kerns war, empfängt nun die volle Einwirkung des Sonnenstrahls, und wird dadurch zu einer wohlschmeckenden Nahrung für den Menschen. Ferner weist der Umstand, daß die steinigte Schaale den Kern umschließt, deutlich auf Absicht hin: es wird dadurch verhindert, daß der eine Zweck der Frucht sich mit dem andern vermenge. Anm. des Verfassers.

Mannichfaltigkeit in den Formen des Fruchthälters alle Berechnung. Bald sind die Samen (wie bei den Schotengewächsen) regelmäßig in pergamentartigen Hülsen aneinandergereiht, die, obgleich weich und häutig, auch dem stärksten Regen widerstehen und keine Nässe eindringen lassen; nicht selten ist die Schote (wie bei den Bohnen) mit einem feinen Filze oder Flaume überzogen; ein andermal erscheint sie, (z. B. bei der Senne) wie mit Luft aufgeblasen; oder der Same ist (wie bei der Baumwollenstaude) in Wolle eingewickelt, oder, wie bei den Nadelhölzern, zwischen die harten, fest aufeinander liegenden Schuppen eines Zapfens gelagert. Der Same der Artischocken und Disteln ist durch Spitzen und Stacheln pallisadirt; bei den Schwämmen liegt er unter einem Schirmdach; die Farrenkräuter haben für ihn Schlitze in der Kehrseite ihrer Blätter; am allerhäufigsten aber ist er mit festen, eng anliegenden Häuten überzogen, und bei jeder Pflanze in eigenthümlicher Anordnung an den Stengel befestigt, wie wir es bei den verschiedenen Getreide- und Grasarten bemerken.

Vor Allem erkennen wir hiebei Einheit des Zwecks neben Mannichfaltigkeit der Mittel. Nichts kann einfacher seyn als der allgemeine Plan, nichts verschiedenartiger als die Mittel. Häute, Schaalen, Fleisch, Schoten, Hülsen, mit Dornen besetzte Schuppen: alle diese Bildungen dienen demselben Zwecke. Zweitens haben wir zu bemerken, daß in allen diesen Fällen der Zweck innerhalb abgemessener und festbestimmter Gränzen erreicht ist. Wären z. B. die Pflanzensamen noch stärker geschützt, als sie es in der Wirklichkeit sind, so möchte ihre größere Sicherheit auf Kosten anderweitiger Zwecke erkauft seyn. Manche Thiergattungen würden Noth leiden, manche andere würden aussterben, wenn sie den Samen nicht beikommen könnten. Die Pflanzen würden den Boden überwuchern, oder würde der Same nutzlos verschwendet, wenn er keinen Raum zum Keimen fände. Zuweilen ist es so nothwendig, gewisse Pflanzenarten local auszurotten, als ein andermal, ihr Gedeihen zu fördern. Hier, wie in so vielen Fällen, müssen zwei widerstrebende Zwecke im Gleichgewicht

gehalten werden. Die Vorkehrungen zum Schutze der Samen scheinen vornämlich gegen die Unbeständigkeit der Elemente, gegen die Unbilden der rauhen Jahreszeit gerichtet. Auf die Verwüstungen, welche Thiere anrichten, und auf zufälliges Verderbniß ist beim Ueberfluß des Samens zum voraus Rücksicht genommen, und das Resultat hievon ist, daß von den vielen tausend Pflanzenarten, welche die Erde bedecken, schwerlich eine einzige seit der Schöpfung verloren gegangen ist.

Wenn die Natur ihre Samen vollkommen ausgebildet hat, so ist ihre nächste Sorge darauf gerichtet, sie auszustreuen. Der Same kann seine Bestimmung nicht erfüllen, so lange er in seiner Kapsel eingeschlossen ist. Sobald er also seine Reife erlangt hat, öffnet sich der Fruchthälter, um ihn heraus zu lassen; dieses Oeffnen ist aber nicht etwa ein zufälliges Bersten, sondern erfolgt bei jeder Pflanze nach einem bestimmten Gesetze. Es erschien mir immer höchst merkwürdig, daß Nüsse und Schaalen, die wir kaum mit unsern Zähnen zerbrechen können, vor einem zarten Keime, der aus dem Kerne sproßt, auseinandergehen. Wenn ich eine Nuß befühle, kann ich kaum begreifen, wie der Keim je aus ihr herauskommen soll. In manchen Fällen streut der Fruchthälter durch einen elastischen Druck im Augenblicke seines Berstens die Samenkörner auf ziemliche Entfernung umher. Es ist ferner allgemein bekannt, daß manche Samen, nämlich die meisten der sogenannten zusammengesetzten Blüthen, wie der Distel, des Löwenzahns u. s. w. mit einer Vorrichtung versehen sind, die man nicht unpassend Flügel oder Federn nennt; es sind dies flaumartige Anhängsel, mittelst welcher sie in der Luft schwebend erhalten und häufig vom Winde weit weg von der Mutterpflanze geführt werden. Durch das Schwellen dieser flaumigen Büschel innerhalb des Fruchthälters wird auch wahrscheinlich der Widerstand der Wände besiegt und dem Samen der Ausweg gebahnt.

Noch bewundernswürdiger als die bisher betrachteten Verhältnisse der Samen ist ihr innerer Bau. Im Innern eines

jeden oder fast jeden Samens ist Vorsorge für zwei wichtige Zwecke getroffen: erstlich für die Sicherheit des Keims, zweitens für die Ernährung der jungen Pflanze in der ersten Zeit ihres Wachsthums. Der in dem Samen zusammengewickelt liegende Keim ist zarter und zerbrechlicher als irgend eine Substanz. Man kann ihn kaum berühren, ohne ihn zu zerbrechen. Er ist aber bei Bohnen, Erbsen, Gräsern, Getreide und Früchten so von allen Seiten eingeschlossen und geschützt, daß während der Same selbst unsanft umhergeworfen, in Säcke gefüllt oder auf Haufen geschüttet wird, jenes heilige Theilchen, die Miniaturpflanze, unbeschädigt bleibt. Es ist wunderbar, wie lange manche Samen durch ihre Hüllen, wohl auch durch ihre öligten Säfte der Verderbniß widerstehen. Ein Senftkorn hatte erwiesenermaßen hundert Jahre in der Erde gelegen; sobald es in günstige Umstände versetzt wurde, schoß es so kräftig auf, als ob es eben von der Pflanze gefallen wäre. Was den zweiten Punkt, die Ernährung der Pflanze betrifft, so verhält es sich damit folgendermaßen. Bei dem Getreide, den Hülsenfrüchten und Obstkernen macht der Keim nur einen sehr kleinen Theil des Samens aus. Das Uebrige besteht aus einer nährenden Substanz, von welcher der junge Schößling, geraume Zeit nachdem er ausgeschlagen hat, seine Nahrung zieht, so lange nämlich, bis die Fasern, die aus dem andern Ende des Keims hervorwachsen, die genügende Menge von Säften aus der Erde zu ziehen vermögen. Daher rührt es auch, daß oft Samen ohne alle Erde keimen und der Keim zu einer beträchtlichen Größe auswächst. Es ist ein Prozeß, der mit dem Haushalt im Ei große Aehnlichkeit hat. Im einen wie im andern Falle ist für die gleiche Sache auf die gleiche Weise gesorgt. Beim Ei bildet das lebende Prinzip, die Narbe, nur einen sehr kleinen Theil des Ganzen. Das Weiße, und auch nur das Weiße wird zur Bildung des Hühnchens verwendet. Der Dotter ist, ohne bedeutende Veränderung oder Verminderung erfahren zu haben, in den Unterleib des jungen Vogels aufgenommen, wenn er die Schaale verläßt, und dient

zu seiner Ernährung, bis er gelernt hat, selbst sein Futter aufzupicken. Dies gleicht vollkommen der Ernährung einer Pflanze in der ersten Zeit. Bei ihr so gut als beim Thiere trägt die ganze Einrichtung völlig den Stempel eines kunstvollen Planes; bei beiden ist dadurch ein Uebergang von zubereiteten zu unzubereiteten Nahrungsstoffen vermittelt; bei beiden ist zum voraus auf künftig eintretende Fälle Rücksicht genommen. Bei jungen Säugethieren fließt die Zwischennahrung aus einer andern Quelle.

Die gewöhnlichsten, gemeinsten Beobachtungen sind überall die besten, wenn sie gerade durch ihre Richtigkeit und Unwidersprechlichkeit gemein geworden sind. Dergleichen kenne ich zwei in Beziehung auf Pflanzen, die ganz hieher gehören. Die erste bezieht sich auf einen bereits berührten Punkt, aufs Keimen. Wenn ein Getreidekorn in die Erde gebracht wird, so geht mit ihm folgende Veränderung vor. Am einen Ende des Korns entwickelt sich ein grüner Schoß, am andern eine Anzahl weißer, fasrigter Fäden. Wie soll man sich dies erklären? Warum nicht aus beiden Enden grüne Schosse oder fasrigte Fäden? Kann der Unterschied in etwas Anderem seinen Grund haben, als in absichtlicher Anordnung, in der verschiedenen Bestimmung, die jeder Theil zu erfüllen hat, und die sich im weitern Verlaufe des Vegetationsprozesses offenbart? Der Schoß oder das Federchen kämpft sich an die Luft empor, und wird zur Pflanze, deren Rudimente er von Anfang an enthielt. Die Fasern dagegen verbreiten sich in der Erde, fesseln dadurch die Pflanze an den Boden und saugen aus ihm Nahrung für der Pflanze Wachsthum und Gedeihen. Hiebei ist wohl zu bemerken, daß diese aus dem Samen hervorgehenden Theile ihre bestimmte Richtung verfolgen, in welcher Lage auch der Same in die Erde gefallen seyn mag. Ja selbst wenn der Same die ungünstigste, d. h. eine ganz verkehrte Lage hat, so geht nichtsdestoweniger Alles seinen geregelten Gang. Das Federchen sproßt erst eine Strecke abwärts, macht dann einen Bogen und kehrt sich aufwärts. Das Würzelchen dagegen treibt erst in die Höhe

und wendet sich dann alsbald niederwärts. Diese außerordentliche Erscheinung in der Pflanzenwelt hat man kürzlich zu erklären versucht. „Für das Federchen," sagte man, „ist die Luft der Lebensreiz, und es verlängert sich, wenn dieser Reiz gehörig darauf gewirkt hat; für das Würzelchen dagegen ist Feuchtigkeit der Lebensreiz. Daher wächst auch der eine Theil aufwärts, der andere abwärts, entgegen dem ihm entsprechenden Elemente." Wäre auch diese Behauptung durch Versuche völlig erwiesen, so wäre damit Kunst und Absicht keineswegs beseitigt, sondern nur etwas weiter hinausgeschoben. Wer verlieh denn diesen so eng verwachsenen Theilen die Empfänglichkeit für verschiedene Reize, so daß jeder Theil nur durch sein eigenes Element, und zwar gerade durch dasjenige angeregt wird, welches der Erfolg der Vegetation postulirt? denn alle Arbeit des Landmanns, die mühevolle, kostspielige Zubereitung des Ackers wäre fruchtlos, wenn das Gedeihen der Saat von der Lage abhinge, die der ausgestreute Samen im Boden annimmt. Kaum Ein Samenkorn unter hundert fiele gerade, wie es sich gehörte.

Unsere zweite Bemerkung betrifft eine allgemeine Eigenschaft der Schlingpflanzen, die als reiner Mechanismus erscheint. Bei diesen Pflanzen gehen von jedem Knoten, oder, wie die Botaniker sagen, von jeder Achsel (axilla) des Gewächses hart neben einander zwei Schößlinge aus, deren einer die Blüthe und Frucht trägt, während der andere in eine lange, spiralförmige Ranke ausläuft, die sich an Alles, was in ihrem Bereiche liegt, anklammert. Erwägen wir, daß bei Gewächsen dieser Art für zwei Dinge zumal Sorge zu tragen war: für die Bildung der Frucht und für Aufrechthaltung des Stengels — konnte da wohl ein besseres, mechanisch zweckmäßigeres Mittel ergriffen werden, als eben die erwähnte Bildung? Sollten wohl ohne Rücksicht auf jenen gedoppelten Zweck zwei Schößlinge von so abweichender und eigenthümlicher Gestalt demselben Knoten, ganz nahe beisammen am selben Stengel entspringen? Bei stärkeren Pflanzen oder bei Bäumen sehen wir nie dergleichen. „Nicht Ein Baum," sagt

Ray, „nicht Eine Staude oder Pflanze, deren Stamm oder Stengel stark genug ist, um ohne Beihülfe aufrecht zu stehen, hat solche Ranken aufzuweisen.“ Vergleichen wir einmal einfach eine Erbsen- mit einer Saubohnenpflanze. Warum treibt die Erbse solche Ranken, die Bohne aber nicht? Aus keinem andern Grunde, als weil der Stengel der Erbse sich nicht selbst aufrecht halten kann, wohl aber der Bohnenstengel. Noch verdient bemerkt zu werden, daß bei den Erbsen diese Klammern oder Ranken erst dann hervortreten, wenn sie nöthig sind, d. h. wenn die Pflanze eine Höhe erreicht hat, wobei sie einer Stütze bedarf.

Das Wort „Stütze“ veranlaßt uns zu einer Bemerkung über eine Eigenthümlichkeit der Gräser und Rohrpflanzen. Die hohlen Stengel dieser Gewächse sind in gewissen Zwischenräumen mit Knoten besetzt. Diese Knoten finden sich nicht bei Baumstämmen, oder bei stärkeren Pflanzenstengeln. Es mögen durch dieselben noch andere Zwecke erreicht werden, aber so viel ist gewiß, daß sie dem Stengel Festigkeit verleihen, der bei seiner Länge und Hohlheit sonst gar zu leicht brechen oder biegen müßte.

Ganz besondere Bedeutung in der Natur haben die Gräser. Mit Gräsern bekleidet sie die Erde, mit Gräsern ernährt sie ihre Bewohner. Die grasfressenden Säugethiere ernähren sich von ihren Blättern, die Vögel von ihren kleineren, der Mensch von ihren größeren Samenkörnern; denn ich brauche wohl wenigen Lesern zu sagen, daß die Pflanzen, die unser Getreide hervorbringen, dieser Klasse angehören. Bei denjenigen Arten dieser Familie, die auch im gemeinen Leben als Gras bezeichnet werden, weist uns ihre ausnehmende Triebkraft, ihre Ausdauer, ihr fast unbezwinglicher Trieb sich auszubreiten, darauf hin, welche Rolle ihnen die Natur zugetheilt. Sie gedeihen bei einer Behandlung, unter der andere Pflanzen erliegen müßten. Je öfter ihre Blätter abgeschnitten werden, um so mehr breiten sich ihre Wurzeln aus; je mehr man auf ihnen herumtritt, um so dichter wachsen sie. Manche Gräser, deren Blätter so dürr und verwelkt sind, daß

die ganze Pflanze abgestorben scheint, leben im Frühlinge wieder auf, und treiben neue Blätter aus dem Schooße der alten. Auf hohen Bergen, wo die Wärme des Sommers den Samen nicht zur Reife zu bringen vermag, wachsen vorzugsweise solche Gräser, die sich durch Ableger fortpflanzen, und sich somit auch ohne Samen weiter verbreiten. Schließlich füge ich die schon oft gemachte Beobachtung bei, daß sich die grasfressenden Thiere an die Blätter der Gräser halten, wenn sie auf der Weide freie Auswahl haben, die Stengel aber, welche die Blüthen tragen, unberührt lassen.

Der Zweck, den wir uns vorgesetzt, erlaubt uns nicht mehr, als die allgemeinsten Verhältnisse der Pflanzenwelt oder solche Eigenschaften, die großen Abtheilungen dieses ausgedehnten Reichs zukommen, in unsere Betrachtung zu ziehen. Unmöglich könnten wir sie auf einzelne Pflanzenarten ausdehnen. Es sey uns indessen erlaubt, drei oder vier Arten, die entweder wegen eines merkwürdigen Mechanismus oder wegen eigenthümlicher Organisation nähere Aufmerksamkeit verdienen, auszuzeichnen.

1. Darwin gibt in seinem „Botanischen Garten“ folgende Beschreibung der **Vallisneria**, die in der Rhone vorkommt. „Sie hat ihre Wurzeln auf dem Grunde des Flusses. Die Blüthen der weiblichen Pflanze schwimmen auf der Oberfläche des Wassers und sitzen auf einen spiralförmigen, elastischen Stengel, der sich ausdehnt oder zusammenzieht, je nachdem das Wasser steigt oder fällt; und dieses Steigen und Fallen beträgt oft in wenigen Stunden mehrere Fuß. Die Blüthen der männlichen Pflanze wachsen unter dem Wasser. Sobald der befruchtende Blumenstaub reif ist, reißen sie sich von der Pflanze los, steigen an die Oberfläche und werden durch den Wind oder durch die Strömung zu den weiblichen Blüthen hingetragen.“ Hiebei verdienen besonders zwei Punkte unsere Aufmerksamkeit: einmal der elastische, spiralförmige Stengel, der sich verlängert oder zusammenzieht, je nachdem das Wasser steigt oder fällt; zweitens die

Vorrichtung, vermittelst welcher die unter dem Wasser wachsende männliche Blüthe zu der über dem Wasser schwimmenden weiblichen hingeführt wird.

2. Das zweite Beispiel ist die **cuscuta europæa**. Es ist eine Schmarotzerpflanze. Wenn sich der Fruchthälter derselben öffnet, so treibt der Samen einen kleinen, fadenförmigen Körper, nämlich ein Würzelchen, das sich wie bei andern Pflanzen in die Erde senkt, und an seinem andern Ende erhebt sich ein junger, schlanker Stengel. Dieser hängt sich nach kurzer Frist an irgend eine benachbarte Pflanze an, und längs der Seite des Stengels, die an der andern Pflanze anliegt, sprossen nun kurze, breite Saugwurzeln heraus. Mittelst derselben fixirt er sich an den Zweig, den er sofort auch umschlingt, und sobald er so gehörig festsitzt, stirbt die Wurzel ab, und der Stengel der **cuscuta** steht fortan in gar keiner unmittelbaren Verbindung mit der Erde. Diese Eigenthümlichkeit scheint eine Folge davon zu seyn, daß die Wurzel dieser Pflanze nicht das Vermögen besitzt, gleich andern Wurzeln sich zu verlängern, sich auszubreiten und Nahrung aus der Erde zu ziehen. Wenn der Samen dieser Pflanze an einem Orte keimt, von wo aus er keinen lebenden Zweig einer fremden Pflanze zu erreichen vermag, so wächst der Stengel kurze Zeit in die Höhe und stirbt dann ab. Kann er bloß abgestorbene Zweige ergreifen, so stirbt er ebenfalls; bloß dann, wenn es ihm gelingt, einen grünen Zweig zu erfassen, treibt er seine Saugwurzeln und lebt durch diese fort. Hat er sich aber einmal an einer lebenden Pflanze festgesetzt, so dient ihm diese fortan als Basis; erst schlingt er sich ein- oder zweimal um dieselbe herum, dann schießt er gerade aus, ergreift etwas Anderes, das er ebenfalls umwickelt, wandert so von Pflanze zu Pflanze, und bedeckt auf diese Weise oft eine große Strecke Buschwerk.

3. Eine bekanntere Schmarotzerpflanze ist jenes immergrüne Gesträuche, Mistel genannt. An ihr bemerken wir ein eigenthümliches Ersatzmittel. Es ist noch nie der Kunst gelungen, diese Pflanze in der Erde wurzeln zu machen;

man sollte darnach einen wesentlichen Fehler in ihrer Organisation voraussetzen. Sehen wir nun, wie er gut gemacht ist. Die Samen sind so klebrigt, daß, wenn sie sich an der glatten Rinde irgend eines Baumes reiben, sie hängen bleiben. Und was nun weiter? Die Würzelchen, die aus diesem Samen herauswachsen, treiben ihre Fasern in die holzige Substanz des Baumes, und den folgenden Winter kommt eine neue Mistelpflanze zum Vorschein. Keine andere Pflanze weigert sich, im Boden Wurzel zu schlagen; kein Same ausser dem eben genannten besitzt die Eigenschaft, sich an die Rinde der Bäume anzuhängen und hier Wurzel zu fassen. *

4. Ein anderes Beispiel vom Ausgleichungssystem der Natur bietet die Herbst-Zeitlose oder der Wiesensafran, colchicum autumnale. Ich habe diese Pflanze tausendmal bemitleidet. Ihre Blüthe erhebt sich unter den mißlichsten Umständen, ohne Scheide oder Hülle, ohne Kelch, selbst ohne ein schützendes Blatt aus dem Boden; und zwar nicht im Frühling, nicht unter dem Strahl der sommerlichen Sonne, sondern unter allen Unbilden des scheidenden Jahres. Betrachten wir jedoch den Bau dieser Pflanze genauer, so finden wir, daß die Natur, weit entfernt, sie zu vernachlässigen, aus ihrer gewöhnlichen Bahn getreten ist, um für die Sicherheit derselben zu sorgen und sie für alle ihre Mängel zu entschädigen. Der Fruchtknoten, der bei andern Gewächsen innerhalb des Blumenkelchs, oder gerade unter demselben angebracht ist, liegt bei dieser Pflanze zehn bis zwölf Zoll unter dem Boden, innerhalb der zwiebelartigen Wurzel. Die Röhre der Blüthe, die selten mehr als einige Linien lang ist, erstreckt sich hier bis in die Wurzel hinab. Die Griffel stehen immer mit dem Fruchtknoten in Verbindung, hier sind sie

---

* Obige Bemerkungen über die Mistel oder viscum album sind richtig; sie gelten aber nicht von dieser Pflanze allein, sondern von der ganzen natürlichen Familie Loranthacæ, mit einer einzigen Ausnahme.

aber länger als bei irgend einer Pflanze. Alle diese Eigenthümlichkeiten des Baus haben Einen Zweck. Da diese Pflanze spät im Jahre blüht, und wahrscheinlich keine Zeit hätte, ihre Samen vor Eintritt des Winters zur Reife zu bringen, so hat die Vorsehung sie so gebaut, daß dies wichtige Geschäft in der Tiefe der Erde, außer dem Bereiche der Einwirkung des Frostes vollzogen wird. Das heißt, im Herbst geschieht über der Erde nichts mehr als die Befruchtung, ein Geschäft, das die Staubbeutel und die Narben mit einander abzumachen haben, und das ohne Zweifel bald vorüber ist. Die Zeitigung des befruchteten Samens, welche bei andern Pflanzen in einer Kapsel vor sich geht, die gleich der übrigen Blüthe der freien Luft ausgesetzt ist, erfolgt hier während des Winters im Schooße der Erde. Nun bietet sich aber eine neue Schwierigkeit dar. So tief in der Erde keimt kein Same, auch wenn er völlig ausgebildet ist. Der so sicher verwahrte Same der Zeitlose wäre also am Ende doch für seinen eigentlichen Zweck verloren. Um dies zu verhüten, wurde eine zweite bewundernswerthe Vorkehrung getroffen, vermittelst welcher der ausgebildete Same über die Oberfläche des Bodens herauf geschafft wird. Der Samen wächst nämlich im Frühjahre auf einem mit Blättern versehenen Fruchtstengel in die Höhe; nun genießt er, gleich den übrigen Pflanzen, des Einflusses des Sommers und streut sich aus. Der äußere Gang der Vegetation ist folgender: die Pflanze blüht im September, und treibt Blätter und Früchte im folgenden Frühling.

5. Zum Schlusse gebe ich noch die Beschreibung der dionæa muscipula, einer äußerst merkwürdigen amerikanischen Pflanze. Ich wiederhole jedoch bloß, was einige neuere Schriftsteller berichten, und bin nicht im Stande anzugeben, ob alles, was von ihr gesagt wird, sich bei genauerer Beobachtung bestätigen wird. Ihre Blätter sind mit zwei Reihen starker Stacheln besetzt. Wenn die Füße einer Fliege die Blätter berühren, so schlagen die zwei Lappen der Blätter plötzlich zusammen, die Stachelreihen schließen fest ineinander

und drücken das unvorsichtige Thier zu todt. Wir erkennen hier unter einer neuen Form den alten Plan der Natur, nämlich den gegenseitigen Nexus aller Organe untereinander zu einem gemeinsamen Zwecke und zum Besten des Geschöpfes, dem sie angehören. Die starken Reihen von Stacheln, die just so angebracht sind, daß sie die Klappen der Blätter schliessen, und was das Merkwürdigste ist, die eigenthümliche Reizbarkeit der Blätter, die bei einer so leisen Berührung zusammenschlagen, dies Alles wirkt zu einem Resultate zusammen, das entweder für die Vertheidigung der Pflanze, oder für ihre Ernährung von Bedeutung ist. *

---

* Wir erwähnen hier noch einiger merkwürdigen Pflanzen. An der nepenthes distillatoria aus dem Morgenlande wachsen natürliche Krüge oder Kannen, die von einem Nößel bis zu einem Quart reinen Wassers halten. Diese Kannen enthielten auch dann noch, wenn die Pflanze in ihrem Geburtslande unter Glas gehalten wurde, gegen ein halbes Nößel. Die Deckel der Näpfe sind beweglich, bei feuchtem Wetter öffnen sie sich, bei trockenem aber sind sie fest geschlossen, um die Ausdünstung zu verhindern. Das Wasser in den Krügen wird durch den Vegetationsprozeß ausgeschieden, und ist vollkommen rein, obgleich die Pflanze in einem sumpfigen, ungesunden Marschboden wächst.

Der palo de vaca oder Kuhbaum in Südamerika gibt, wenn man seinen Stamm anbohrt, eine köstliche, nahrhafte Milch von sich, ob er gleich in einem ganz trockenen Boden und unter einem Himmelsstriche wächst, wo man ein ganzes halbes Jahr lang nichts von Regen weiß.

Das klare Wasser, das die tillandsia oder Wasserweide von Jamaika, und der ostindische Bejuko (cissus latifolia) von sich geben, wenn man sie anschneidet, gehört ebenfalls hieher. Die letztere Pflanze windet sich um andere Bäume herum, gleich als ob sie ihnen als Wasserbehälter dienen wollte.

Einundzwanzigstes Kapitel.

Die Elemente.

Bei den Elementen verläßt uns unsere bisherige mechanische Betrachtungsweise vollkommen; denn wir haben hier mit Dingen zu thun, deren Organisation, wenn sie anders eine haben, sich uns völlig entzieht. Auf diese unsere Unwissenheit weist schon der Name Element hin; eigentlich aber findet unsere Forschung ihre Grenze, lange bevor sie an diesen Punkt gelangt. Wir haben dabei nur die Beruhigung, daß die Kenntniß der innern Gliederung der Elemente uns durchaus nicht nothwendig ist. So bemerkt schon Addison ganz richtig: „wir kennen das Wasser hinlänglich, wenn wir es zum Sieden und zum Frieren bringen, wenn wir es verdunsten und abkühlen, es in beliebiger Masse und Richtung laufen und springen lassen können, ohne eigentlich zu wissen, was Wasser ist.“ Diese Bemerkung ist jetzt noch treffender als zu Addisons Zeit; denn neuerlich ist die chemische Zusammensetzung des Wassers gewissermaßen wirklich entdeckt worden; trotz dem aber wissen wir seit dieser Entdeckung das Wasser keineswegs anders oder besser zu nützen als zuvor.

Schon der Begriff eines Elements bringt es mit sich, daß derselbe Stoff den mannichfachsten Zwecken dient. Die Luft unterhält die Thätigkeit der Lunge, nährt das Feuer, leitet den Schall, bricht das Licht, verbreitet Gerüche, gebiert den Regen, treibt Schiffe, trägt Vögel. Ἐξ ὕδατος τ πάντα: das Wasser, ganz abgesehen davon, daß es seine

eigene Welt von Bewohnern hegt, ist der allgemeine Nahrungsstoff der Pflanzen, und damit mittelbar der Landthiere, es ist die Grundlage ihrer Säfte und Flüssigkeiten, es verdünnt ihre Nahrung, löscht ihren Durst, trägt ihre Leiber. Feuer wärmt, löst auf, leuchtet, und ist das große Triebrad der Vegetation und alles organischen Lebens.

An jedes dieser Geschäfte der Elemente ließen sich die ausführlichsten Betrachtungen knüpfen, wie mir aber scheint, genügt es, daran erinnert zu haben. Ich beschränke mich auf folgende Bemerkungen.

1. Luft und Erde sind wesentlich verschiedene Dinge, und es erscheint keineswegs als absolute Nothwendigkeit, daß eine Atmosphäre unsern Erdball umgibt; dem ist nun aber einmal so, und es ist augenfällig, wie vielseitig und bedeutend sie in den Haushalt sämmtlicher belebter Wesen an der Oberfläche der Erde eingreift. Bei den meisten dieser Einwirkungen der Luft ist die Erklärung mit dem Namen selbst gegeben, am wenigsten vielleicht bei dem Verhältniß, das man Reflexion des Lichts nennt, worüber wir daher einige Worte sagen. — Sähen wir bloß vermittelst der Lichtstrahlen, welche unmittelbar von der Sonne kommen, so umgäbe uns tiefe Nacht, sobald wir dem Tagesgestirn den Rücken kehrten. Sähen wir vermittelst reflektirten Lichts, aber nur desjenigen, das von festen Körpern zurückgeworfen würde, so leuchteten allerdings diese Körper, aber mitten in der Finsterniß. Der Horizont, der Himmel, kurz unsere Welt, konnte so, wie sie es jetzt ist, nur dadurch beleuchtet werden, daß das Sonnenlicht allseitig, in jeder Richtung von so unzähligen, so dicht gedrängten, so weit verbreiteten Theilchen, als die Atome der Luft, gegen das Auge reflektirt wird.

Eine andere allgemeine Eigenschaft der Luft ist ihre verdunstende Kraft. Das Verhältniß derselben zu unserer Lebensökonomie zeigt sich zunächst in der Einwirkung auf die See. Im Meerwasser sind Wasser und Salz aufs Innigste gemischt und verbunden, aber die Luft zieht nur das Wasser auf und läßt das Salz zurück. Der Regen, so rein und

frisch er niederfällt, entspringt einer Salzlake. Ist, wie es sich als wahrscheinlich darstellt, der Prozeß der Verdunstung eine eigentliche Auflösung, so löst die Luft Wasser auf, aber nicht Salz. Wie dem aber auch sey, die Scheidung erfolgt ganz streng, und wenn wir den Prozeß künstlich nachahmen wollen, so müssen wir unsern Destillirapparat äußerst umsichtig anlegen, oder wir ziehen sammt dem Wasser die bittern, oder überhaupt widrig schmeckenden Meeresstoffe herüber; und am Ende verdanken wir es doch nur dieser ursprünglichen Wahlanziehung der Luft, wenn uns die Scheidung überhaupt auf künstlichem Wege gelingt.

Durch den Prozeß der Verdunstung steigt das Wasser in der Luft auf, durch den umgekehrten Prozeß fällt es zur Erde nieder, und zwar wie? Die Wolken lösen sich nicht etwa plötzlich wieder in Wasser auf und entladen sich in Einem Guß, sondern nach und nach in mäßigen Tropfen, wie aus einem Seiher; mit unsern Gießkannen ahmen wir einen Regenschauer nach, a priori aber war wohl ersterer Fall wahrscheinlicher als letzterer.

Durch den Athmungsprozeß, durch die Verbrennung, durch die Fäulniß wird die Luft zu fernerer Unterhaltung des thierischen Lebens untauglich. Da nun diese Prinzipien der Verderbniß fortwährend in Wirksamkeit sind, so müßte am Ende die ganze Atmosphäre den gehörigen Grad von Reinheit einbüßen, wenn nicht für Erneuerung gesorgt wäre. Einige der Quellen, woraus diese fließt, scheinen entdeckt und durch Versuche erwiesen zu seyn, und mit dieser Entdeckung hat sich uns der Blick in eine wundervolle Oekonomie aufgethan. Die Vegetation ist eine dieser Quellen: sperrt man ein grünendes Gewächs in ein kleines Quantum verdorbener Luft und setzt das Ganze dem Licht aus, so wird die Luft bald wieder so sauerstoffhaltig, daß ein Licht darin fortbrennt. So findet denn zwischen den zwei großen Reichen der organischen Natur ein beständiger Austausch von Dienstleistungen statt: die Pflanze reinigt die vom Thier vergiftete Luft; die verunreinigte Luft dagegen ist ein besserer Nahrungsstoff für

die Pflanze als reine. * Rütteln mit Wasser ist ein

* Nach Priestleys, von Ingenhouz und Saussure bestätigten Versuchen wird die Luft durch die Vegetation dadurch gereinigt, daß die Gewächse bei Tag mehr Sauerstoff ausstoßen als Kohlensäure bei Nacht. Allem nach zersetzt die am Licht wachsende Pflanze Kohlensäure, sowohl diejenige, welche einen geringen Bestandtheil der Atmosphäre bildet, als die, welche sich im Wasser befindet, das mit ihren Blättern in Berührung kommt; denn Sennebier fand, daß, wenn Blätter in mit Kohlensäure geschwängertes Wasser getaucht werden, Sauerstoff sich entwickelt, nicht aber, wenn man gekochtes Wasser anwandte.

Der Vegetationsprozeß scheint die Hauptquelle, durch welche der Verlust an Sauerstoff in der Atmosphäre ersetzt wird, wenigstens ist bis jetzt keine andere entdeckt worden. Man glaubte früher, die Zusammensetzung der Luft sey hinsichtlich der Reinheit an verschiedenen Orten verschieden; man weiß jetzt aber, daß sie sich aller Orten durchaus gleich ist. Sie enthält in hundert Maaßtheilen ungefähr zwanzig Theile Sauerstoffgas, die übrigen achtzig bestehen fast ganz aus Stickgas. Den einzigen Unterschied macht der kleine Antheil Kohlensäure, der aber nie mehr als $^1/_{100}$ und selten über $^1/_{1000}$ beträgt, vorausgesetzt natürlich, daß die Luft frei circuliren kann. Jenes Verhältniß von Sauerstoff fand man nun ganz dasselbe in der Höhe von 22,000 Fuß über der Erde und in den tiefsten Thälern, dasselbe in weit entfernten, nach Clima und Boden durchaus verschiedenen Ländern, dasselbe in den verpestetsten Morästen oder Hospitälern, und in den offensten, gesundesten Lagen. Die durch die Winde vermittelte beständige Bewegung der Luft bringt die Schichten rasch untereinander und macht, daß die Wirkungen des Athmens und der Verbrennung unmerklich bleiben. Indessen wird fortwährend überall Sauerstoff verzehrt, wo entweder warmblütige Thiere leben oder ein natürlicher oder künstlicher Verbrennungsprozeß statt findet, und der Vegetationsprozeß greift nun hier just so ein, daß die Zusammensetzung der Luft sich im Großen und überall gleich bleibt.

Ein ferner zu beachtender Punkt ist die Art und Weise, wie Sauer- und Stickstoff in der atmosphärischen Luft verbunden sind. Soviel erscheint gewiß, die Verbindung ist ganz eigener Art: es ist keine bloße mechanische Mischung, keine Aggregation, denn das Stickgas ist ungefähr um ein Siebentheil leichter als der Sauerstoff, es müßte also aufsteigen und auf Höhen in stärkerem Verhältniß in der Luft gefunden werden, was doch nicht der Fall ist. Die Verbindung gleicht aber auch nicht den meisten andern chemischen Verbindungen, denn sie ist nicht nur sehr lose, sondern im Augenblick der Verbindung

ferneres Erneuerungsmittel der Art. Schüttelt man die verdorbene Luft gehörig lang mit Wasser in einer Flasche, so wird sie wieder fast ganz rein. * Damit werden wir, wenn wir uns den großen Maaßstab denken, nach welchem die Natur wirkt, auf die heilsamen Wirkungen der Stürme und Gewitter hingewiesen. Die schäumenden Wogen, welche See und Himmel vermischen, thun ganz dasselbe, was wir in der Flasche thun. Es gibt kein wichtigeres Moment für die lebende Schöpfung, als die Gesundheit der Luft, und es muß uns daher mit jenen furchtbaren Bewegungen der Elemente und ihren oft so schrecklichen Folgen aussöhnen, wenn wir wissen, daß sie mächtig dazu mitwirken, der Luft die Reinheit wieder zu geben, welche fortwährend durch so mancherlei Einflüsse beeinträchtigt wird.

2. Am Wasser haben wir zuerst die negativen Eigenschaften zu bewundern, welche eben seine Reinheit bedingen. Wäre es weinigt, öligt, oder sauer, würde die See aus den Flüssen mit Wein oder Milch gefüllt, so müßten alle Seegeschöpfe bei ihrer jetzigen Organisation zu Grunde gehen, die Gewächse verwelkten und mit ihnen stärben die

---

erleiden auch die beiden Substanzen keine Verminderung des Volumens. Sie könnten aber nicht zweckmäßiger verbunden seyn, als sie es eben sind: einerseits trennen sie sich so leicht von einander, daß Athmen und Verbrennung ohne die geringste Schwierigkeit vor sich gehen, andernseits sind sie so innig gemischt, daß die Uebelstände, welche daraus entstünden, wenn sie rein, jede für sich in die Lunge gelangten, niemals vorkommen.

* Unzweifelhaft entfernt Rütteln mit Wasser manche unreinen Bestandtheile der Luft, aber nicht alle. Die Thiere verzehren beim Athmen Sauerstoff und lassen Kohlensäure und Stickstoff zurück. Erstere absorbirt das Wasser sehr leicht, und zwar zu gleichen Maaßtheilen, von letzterem absorbirt es nur $1\frac{1}{2}$ Procent. Gleicherweise verhält es sich mit den gewöhnlichen Produkten der Fäulniß (abgesehen von der Kohlensäure): dem Kohlenwasserstoffgas und dem Schwefelwasserstoffgas; ein Maaßtheil Wasser absorbirt ein Maaßtheil des letztern, aber nicht mehr als $1\frac{2}{3}$ Procent des erstern.

Thiere aus, die von ihnen leben. Gerade seine Geschmacklosigkeit, eben eine jener negativen Eigenschaften, macht es zum tauglichsten aller Auflösungsmittel. Für sich geschmacklos, wird es das beste Vehikel für jeden Geschmack. Schmeckte das Wasser nach etwas, nach was es wollte, so müßte uns jedes Getränk und jede Speise entleiden, weil es Allem seinen Geschmack aufdränge.

Ein anderes, nicht minder merkwürdiges und einflußreiches Verhältniß dieses Elements ist sein beständiger Kreislauf, auf welchem es, ewig unverändert nach Masse und Beschaffenheit, rastlos den Bedürfnissen der Erdbewohner dient. Aus der See steigen unmerklich die Dünste auf, welche sich zu Wolken bilden; diese Wolken entladen sich in Regengüssen, welche in das Erdreich dringen und die an den Flanken der Berge zu Tag kommenden Quellen speisen; die Quellen rinnen in kleinen Bächen Thal abwärts, die vereinigten Bäche werden zu Strömen, und diese speisen wiederum den Ocean. So kreist fortwährend eine und dieselbe Flüssigkeit, und schwerlich ist jetzt ein Tropfen mehr oder weniger vorhanden als von Anbeginn. Ein Wassertheilchen reißt sich von der Oberfläche des Oceans los, um auf der Erde einem wichtigen Zwecke zu dienen, und nachdem es seinen Dienst versehen, kehrt es in den Schooß zurück, von dem es ausgegangen.

Es gibt Leute, die meinen, wir haben zu viel Wasser auf der Erde, indem die See über drei Viertheile der Oberfläche einnimmt. Aber die Fläche des Oceans, so ungeheuer sie ist, reicht wohl gerade hin, die Erde zu befeuchten. Indessen abgesehen von diesem Grund, sieht man nicht ein, warum die See nicht ebensogut um ihrer selbst willen da seyn sollte als das Land. Hegt sie doch in ihrem Schooße verhältnißmäßig ebensoviele Bewohner, und das Land ist ja nur auf der Oberfläche, die See dagegen bis zu bedeutenden Tiefen bewohnbar.

3. Wir haben oben gesagt, das Feuer löse auf. Der Leser dachte dabei schwerlich an etwas anderes, als daß das Feuer Metalle, Erze, Glas, Harze und manche andere

Substanzen schmilzt, und uns im Laboratorium und in der Küche mannichfache Dienste leistet. Dies sind aber nur zufällige Wirkungen und geben uns nur einen sehr unvollständigen Begriff von der Bedeutung des Feuers, das heißt der Wärme. Ihr vornehmstes Geschäft im Haushalt der Natur ist, die Stoffe aufgelöst, d. h. im Zustande der Flüssigkeit zu erhalten. Ohne Wärme, oder ohne einen gewissen Grad derselben wäre alles Flüssige gefroren; der Ocean selbst wäre ein Eisbruch, die ganze Natur starr und todt.

Wir sehen somit, daß die Elemente nicht nur mit der Organisation der lebenden Körper, sondern auch unter einander selbst im genauesten Nexus stehen. Das Wasser könnte für die Erde nicht seyn, was es ist, ohne Luft, und nicht als Wasser bestehen, ohne Wärme. *

4. Was das Licht betrifft (betrachte man es nun als von der Wärme nicht verschieden, oder als eine eigenthümliche Substanz), so erscheint es ganz überflüssig, sich über seinen Nutzen zu verbreiten; desto weniger wissen wir von seiner eigentlichen Beschaffenheit, und von diesem Wenigen soll in den folgenden Bemerkungen die Rede seyn.

Das Licht legt auf dem Wege von der Sonne zwölf Millionen engl. Meilen (etwa 2,400,000 deutsche M.) in der Minute zurück. Mit welcher Gewalt müssen bei so ungeheurer Geschwindigkeit seine Theilchen gegen jede belebte und

---

* Die wärmeleitende Kraft verschiedener Substanzen ist wunderbar auf die Bedürfnisse der Thiere und Gewächse berechnet. Der Schnee ist ein so schlechter Wärmeleiter, daß er in kalten Klimaten den Boden trefflich schützt. In Sibirien soll oft zwischen der Temperatur der Luft und der des Bodens unter dem Schnee ein Unterschied von 38° Fahrenheit seyn; letztere ist dabei nicht bedeutend unter dem Gefrierpunkt. So haben auch manche Thiere, deren Haut, wenn sie in wärmere Himmelsstriche versetzt werden, nur mit Haaren bewächst, in ihrer kalten Heimath einen wollenen Pelz; dieser ist ein sehr schlechter Wärmeleiter, und so sammelt sich im Körper die Wärme an, welche fortwährend durch den Athmungsprozeß erzeugt wird.

unbelebte Substanz stoßen, auf welche sie treffen! Man sollte meinen, die härtesten Körper müßten dadurch zermalmt werden. Wie ist nun dieser Wirkung vorgebeugt? Durch die verhältnißmäßige Kleinheit der Theilchen, aus denen das Licht besteht. Die menschliche Einbildungskraft vermag die Kleinheit eines Lichttheilchens gar nicht zu fassen; was aber unfaßlich erscheint, ist leicht zu beweisen. Ein Tropfen Talg, der im Docht einer Kerze verbrennt, füllt mit seinen Lichtstrahlen eine Halbkugel von einer Meile im Durchmesser, und zwar so dicht, daß in ein so kleines Loch, wie die Pupille eines Auges, diese mag innerhalb der Halbkugel eine Stellung annehmen, welche sie will, unfehlbar einige der Strahlen fallen. Die Gesammtheit der Lichtfluthen, welche fortwährend der Sonne entströmen, vermögen wir nicht zu schätzen; wir erkennen nur im Allgemeinen, wie unermeßlich der mit Lichttheilchen erfüllte Raum ist, selbst wenn er nur bis zur Erdbahn reichte, und wir haben allen Grund anzunehmen, daß in dieser ganzen Region die Lichttheilchen, dicht an einander liegen. Die Lichtstrahlen kommen noch so gedrängt auf der Erde an, daß eine der Fläche eines zollgroßen Brennglases entsprechende Masse derselben, concentrirt, Holz in Brand steckt.

Die Kleinheit und die Geschwindigkeit der Lichtstrahlen, wie sie beide durch Berechnung ermittelt worden, übersteigen weit unser Begriffsvermögen, sind aber einander proportional, und eben durch diese Proportion wird ein furchtbares Element für unsere Erde und für uns ein willkommener Gast.

Zweiundzwanzigstes Kapitel.

Die Güte Gottes.

Der Beweis von der Güte Gottes beruht auf zwei Sätzen, deren jeder, so behaupten wir, aus der durch Naturbeobachtung gewonnenen Erfahrung erweisbar ist.

Der erste Satz lautet also: „In der unendlichen Mehrzahl von Fällen, wo wir kunstreiche Vorrichtung erblicken, ist der Zweck der kunstreichen Vorrichtung ein wohlthätiger.“

Der zweite Satz lautet: „Die Gottheit verband mit den thierischen Empfindungen Vergnügen und Lust, und zwar in höherem Grade, als zur Erreichung des Zwecks nothwendig gewesen wäre, oder wo der Zweck sogar durch das Mittel des Schmerzes hätte erreicht werden können.“

Betrachten wir den ersten Satz genauer. In keinem Werke der Natur liegt die Anwendung von mechanischer Kunst so klar am Tage, als bei den Organen der Thiere; auch haben, meiner Ueberzeugung nach, alle Organe einen wirklichen und, mit wenigen Ausnahmen, einen erkennbaren und erkannten Bezug auf die Bedürfnisse des Thiers. Erwägen wir nun die Menge der Thiere, die Zahl der Organe eines jeden, die eigenthümliche zweckmäßige Bildung derselben, die Fahigkeiten, die davon abhängen, die Mannichfaltigkeit der Thierarten, die künstliche Zusammensetzung ihres Baus, und am Ende in den bei weitem meisten Fällen das schöne, glückliche Resultat,

so können wir nicht anders als mit dem Gefühle tiefster Anbetung des Wesens gedenken, von welchem dies Alles herkommt; wir fühlen uns gedrungen zur Anerkennung, daß diese ganze Schöpfung ein Ausfluß einer Güte ist, die sich bis auf das Geringste erstreckt und doch zugleich Alles umfaßt.

Die Vermögen der Thiere, ihre Glieder und Sinne sind es, welche uns recht eigentlich die Beweise für den Schluß an die Hand geben, um dessen Feststellung es uns zu thun ist. Ich will zwar nicht behaupten, der empfindungslose Theil der Natur sey einzig um des empfindenden willen da; aber soviel behaupte ich, daß, wenn wir die Güte Gottes betrachten wollen, wir sie nur in ihrer Beziehung zu den mit Empfindung begabten Wesen zu betrachten vermögen. Ohne diese Beziehung oder in Beziehung auf irgend etwas Anderes hat das Attribut keinen Gegenstand, der Ausdruck keinen Sinn. Todte Materie ist uns Nichts. Zwar machen die Organe, die Glieder und Sinne der Thiere, wenn wir auf Masse und Umfang sehen, einen nur sehr kleinen Theil der materiellen Schöpfung aus; allein da nur sie der Empfindung fähig sind, so sind sie für uns, wenn von dem Wohlwollen ihres Urhebers die Rede ist, die ganze sichtbare Natur. Somit ist es allein dieser Theil der Schöpfung, aus welchem wir den Schluß ziehen, daß der Urheber der Welt ein gütiges Wesen ist, und daß in Erschaffung derselben ein wohlwollender Plan sich offenbart.

Und fürwahr! er ist nicht mißlungen dieser Plan! es ist eine glückliche Welt! Luft, Erde, Wasser wimmeln von fröhlichen Geschöpfen. Wohin ich mein Auge an einem Frühlingsnachmittage oder an einem Sommerabende wende, erblicke ich Myriaden von Wesen, die der Lust des Daseyns genießen. Schwärme von neugebornen Fliegen versuchen ihre jungen Schwingen in der Luft. Ihre muntern Bewegungen, ihr muthwilliges Kreisen, ihr unaufhörliches Umherschwärmen ohne Zweck und Ziel zeugen von ihrer Lust, von ihrer Freude über ihre neuerlangten Fähigkeiten. Eine Biene unter Frühlingsblumen

ist einer der liebenswürdigsten Gegenstände, die man sehen kann. Ihr Leben ist nichts als Genießen in beständiger Bewegung und Thätigkeit; und doch ist dies nur Eine Phase des Insektenlebens, womit wir zufällig besser bekannt sind, als mit den übrigen, da dieses Thier gewissermaßen zu unsern Hausthieren gehört. Die gesammte Schaar der geflügelten Insekten ist ohne Zweifel ebenso emsig in den ihnen zukommenden Beschäftigungen, ist gewiß, bei aller Verschiedenheit des Baus und der Lebensweise, ebenso befriedigt in dem vom Urheber der Natur ihnen angewiesenen Kreise. Allein die Luft ist nicht der einzige Tummelplatz der Insekten. Gewächse sind mit Aphiden bedeckt, die gierig und fast fortwährend den Saft derselben saugen, und es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß sie Wohlbehagen dabei empfinden; denn was sonst vermöchte sie so standhaft und so lange an jenes Geschäft zu fesseln? Andere Arten hüpfen mit einer Lebhaftigkeit umher, die deutlich ihre Lust verkündet. Große Strecken sind oft wie bedeckt von solchen muntern, lustigen Wesen. Wenden wir uns zu den Gewässern, so erblicken wir ganze Züge von Fischbrut an den Ufern der Flüsse und Seen, so wie am Strande des Meeres. Alle diese Fischchen sind so glücklich, daß sie kaum wissen, wie sie sich gebärden sollen. Ihre Stellungen, ihre lebhaften Sprünge über die Wasserfläche, ihre Spiele im Schooße ihres Elementes, die ich tausendmal mit Aufmerksamkeit und Vergnügen betrachtete, Alles dies sind Zeichen übersprudelnder Lust. Oft wenn ich mich an einem stillen Abende längs des sandigen Seeufers zur Zeit der Ebbe erging, sah ich etwas, was einer dunkeln Wolke, oder vielmehr einem dicken Nebel glich, der am Rande des Wassers etwa in der Höhe von einer halben und in der Breite von zwei oder drei Ellen längs der Küste hinstrich, so weit das Auge reichen konnte, und sich mit dem Wasser zurückzog. Untersucht man diese Wolke näher, so zeigt es sich, daß es nichts anders ist, als Schwärme junger Seegarnellen, die von dem seichten Rande der See oder vom nassen Sande aus in die Luft hüpfen. Wenn je in den

Bewegungen eines stummen Thiers der Ausdruck von Glück und Freude liegen kann, so ist es hier der Fall; wollten diese Thierchen ihre Freude zu erkennen geben, so konnten sie es auf keine sprechendere Weise thun. Nehmen wir an, und ich meine, es könne darüber kein Zweifel obwalten, daß jedes Individuum dieser zahllosen Menge sich im Zustande wirklichen Wohlbehagens befinde, welch eine Masse von Glück und Wohlseyn haben wir dann vor uns! *

Die Jungen aller Thiere scheinen mir schon aus der Uebung ihrer Glieder und körperlichen Kräfte, ohne daß dadurch unmittelbar ein Zweck oder ein Nutzen erzielt wird, Vergnügen zu schöpfen. Ein Kind ist in hohem Grade erfreut, wenn es anfängt sprechen zu lernen, ohne vom Nutzen der Sprache einen Begriff zu haben. Dafür zeugt die unaufhörliche Wiederholung einiger artikulirten Töne, ja wohl des einzigen Worts, das es aussprechen gelernt hat. Ebenso erfreut ist es über seine ersten gelungenen Versuche im Gehen, oder vielmehr Laufen, (das vor dem Gehen kommt) obgleich die Wichtigkeit einer solchen Fertigkeit für sein künftiges Leben ihm zur Zeit noch ganz verborgen ist, und es für jetzt damit noch gar nichts bezweckt. Ein Kind ergötzt sich am Sprechen, ohne daß es etwas zu sagen hat, am Gehen, ohne zu wissen, wohin es gehen soll. Allein noch ehe es in seiner Entwicklung bis zu diesem Punkte gelangt, bringt es wohl die Stunden des Wachens aufs angenehmste damit zu, daß es seine Sehkraft übt, oder noch eigentlicher, daß es sehen lernt.

Aber nicht für die Jugend allein hat der große Weltenvater gesorgt. Die schnurrende Katze fühlt sich ebenso behaglich als das spielende Kätzchen; dem in seinem Armstuhl

---

* Diesen Bemerkungen ist beizufügen, daß das Leben solcher Thiere nur scheinbar kurz ist. Wenn die Zeit nichts ist als die Aufeinanderfolge von Ideen, wie Soame Jenyns sagt, dann lebt das Insekt, das nur einen einzigen Sommertag umherflattert, in der That so lang als eine Schildkröte, die ein Jahrhundert lang vegetirt.

schlummernden Alten ist so wohl als der fröhlich tanzenden Jugend, oder dem rüstigen Jäger. Auf die Freude am Neuen, auf die Frische der Empfindungen, auf die rege Hoffnung, auf den Eifer in allen Bestrebungen folgt, wenn auch nicht als voller, doch beträchtlicher Ersatz, der Genuß der Ruhe und Bequemlichkeit. Dies eben macht den Unterschied zwischen den Jungen und Alten aus. Die Jungen sind nur glücklich, wenn sie Vergnügen genießen; die Alten sind froh, wenn sie frei von Schmerz sind, und dies ist vollkommen angemessen dem Grade von körperlicher Kraft, den sie beiderseits besitzen. Um die Kraft der Jugend zur Thätigkeit zu spornen, machte Gott die Ruhe ihr unerträglich, während das schwächere Alter eben in der Stille und Ruhe positiven Genuß findet. Hinsichtlich eines wichtigen Punktes ist der Vortheil sogar auf Seite der Alten: ein Zustand der Ruhe ist im Allgemeinen viel leichter erreichbar, als der Zustand positiver Lust. Just diese Empfänglichkeit für Ruhe macht oft das Alter zu einem glücklichen Abschnitt des Lebens, besonders wenn man nach einem geschäftigen und stürmischen Mannesalter den Anker ausgeworfen hat; diesen Zustand der Ruhe und Stille beschreibt Rousseau sehr gut als den Zwischenraum zwischen dem Allegro und dem Finale des Lebens. Wie weit das eben Gesagte auch auf andere thierische Naturen anwendbar seyn möchte, ist mit Sicherheit nicht zu ermitteln, aber die augenscheinliche stille Vergnüglichkeit, mit der die meisten Thiere, wenn ihre Regsamkeit etwas nachgelassen hat, die Ruhe suchen, gibt uns Grund zur Annahme, daß diese Quelle des Genusses, wo nicht unter allen, doch unter den meisten Formen des Lebens dem vorgerückteren Alter angewiesen ist. Was das Thiergeschlecht betrifft, mit dem wir am meisten bekannt sind, nämlich unser eigenes, so bin ich schon als philosophischer Beobachter des menschlichen Lebens weit entfernt, die Jugend für die glücklichste oder gar die einzig glückliche Zeit desselben zu halten: als Christ bin ich vielmehr überzeugt, daß viel Wahrheit in folgenden Worten enthalten ist, die von einem ebenso frommen Schriftsteller als trefflichen Manne

(Percival) herrühren: „Für den Verständigen und Tugendhaften ist das hohe Alter eine Quelle ruhigen Genusses; es ist für ihn die Zeit, in welcher die Begierden zum Gehorsam gebracht und die Neigungen geregelt sind, die Zeit der vollen Verstandesreife und der stillen Vorbereitung auf die Unsterblichkeit. In diesem würdigen Zustande, der gleichsam die Gränzscheide zweier Welten bildet, sieht der rechtschaffene Mann mit der Heiterkeit eines guten Gewissens auf die Vergangenheit zurück; er blickt zugleich vorwärts mit demüthigem Vertrauen auf die Gnade Gottes.“

Was wir in den verschiedenen Zeitaltern eines und desselben Lebens beobachten, tritt noch auffallender im Leben verschiedener Thiere hervor. Die Genüsse der Thiere sind unendlich mannichfaltig. Die Lebensweise, an die sie durch ihre Organisation gebunden sind, ist bei verschiedenen Thieren nicht bloß eine verschiedene, sondern oft eine ganz entgegengesetzte, und doch ist jedes in seiner Weise glücklich. Zum Beispiel, Raubthiere leben meistens allein, Thiere von sanfterem Charakter meist in Gesellschaft. Allein der Häring, der in Zügen, das Schaf, das in Heerden lebt, ist inmitten seiner zahlreichen Genossen nicht glücklicher, als der Hecht oder der Löwe in der tiefen Einsamkeit seines Teichs oder Waldes.

Vielleicht wirft man ein, die von uns angeführten Beispiele und die Bemerkungen, die wir über Beweglichkeit und Ruhe, sowie über die dem einen und dem andern entquellenden Genüsse gemacht haben, seyen günstig gewählte Beispiele, durch welche die Sache von der schönern Seite erscheine. Wir antworten hierauf, daß erstlich jene Beispiele von ganzen großen Klassen empfindender Wesen gelten, und daß jeder einzelne Fall, den wir beschrieben, bei Millionen eintritt. In diesem Augenblicke, in jedem gegebenen Zeitabschnitte verzehren Myriaden von Thieren ihr Futter, befriedigen ihre Eßlust, verdauen in ihren Höhlen und Löchern, gehen ihren Neigungen und Vergnügungen nach, und ergötzen sich an irgend einem Zeitvertreib. Wie vielerlei muß bei jedem

einzelnen Thiere in der Ordnung seyn, damit es sich behaglich fühlen kann; und dennoch, welch unzählbare Menge von Thieren jeder Art fühlt sich wirklich behaglich, in jedem gegebenen Augenblicke! Zweitens behaupten wir, unserem ursprünglichen Satze gemäß, daß in der durch die ganze Natur verbreiteten Summe von Leben, so weit es uns bekannt ist, im Durchschnitt bei den Empfindungen Genuß und Wohlbehagen unendlich vorschlägt. In unserem eigenen Geschlecht, bei welchem diese Behauptung vielleicht am zweifelhaftesten erscheinen könnte, erweist sich das Ueberwiegen des Guten über das Uebel, z. B. der Gesundheit über Schmerz und Krankheit, schon aus der Aufmerksamkeit, die jeder Unglücksfall auf sich zieht. Wie viele Fragen veranlaßt die Unpäßlichkeit unserer Freunde! wie viel wird davon gesprochen, wenn ihnen ein Unglück zugestoßen ist! Dies zeigt uns, daß im gewöhnlichen Lauf der Dinge Glück der vorherrschende Zustand und die Regel, Unglück aber die Ausnahme ist. Wäre die Ordnung umgekehrt, so würde sich unsere Aufmerksamkeit vorzugsweise auf Beispiele von Gesundheit und Zufriedenheit, statt auf Erscheinungen von Krankheit und Mangel richten.

Eine Hauptursache unserer Gleichgiltigkeit gegen die Güte des Schöpfers liegt eben darin, daß sie so allgemein ist. Wir schlagen das gering an, was wir mit allen, oder mit den meisten Individuen unsers Geschlechts theilen. Wenn wir das Wort Glück aussprechen hören, so denken wir sogleich an günstige Zufälle, an Ehrenstellen, Reichthümer, Beförderungen, kurz, an Vorzüge und Auszeichnungen, die wir entweder selbst besitzen, oder nach denen wir streben und ringen. An die gemeinen, dem ganzen Geschlecht zukommenden Wohlthaten denken wir dabei gar nicht. Und doch sind eben diese die Hauptsache; eben diese verdienen ganz vorzugsweise Gaben der Vorsehung genannt zu werden, ja sie allein scheinen es, so zu sagen, werth zu seyn, daß die Gottheit sich damit befasse. Die Ruhe der Nacht, das tägliche Brod, der ordnungsmäßige Gebrauch unserer Glieder, Sinne und geistigen Fähigkeiten sind Dinge, die ohne Vergleich

höher als jedes andere Gut stehen. Und doch kommen sie gar nicht in unsere Berechnung, weil beinahe Jedermann in ihrem Besitz ist. Sie erregen weder unsere Aufmerksamkeit, noch bewegen sie uns zur Dankbarkeit, und dies zeigt, wie sehr Selbstsucht unser Urtheil getrübt hat. Ein Gut sollte in Wahrheit uns um so mehr beglücken, in je größerer Ausdehnung es gespendet ist; die Güte des Gebers sollte um so höher gepriesen werden, je größer die Zahl derjenigen ist, die er wohlwollend bedachte. Allein dies ist nicht die Art, wie wir die Sache zu betrachten pflegen. Wir haschen nach Auszeichnung, und das wäre noch nicht das Schlimmste, aber wir sehen gar nichts, außer was sich durch Auszeichnung empfiehlt. Hiedurch wird unser Begriff von der Güte des Schöpfers nothwendig sehr eingeengt, und doch erweist sich die Fülle der göttlichen Güte eben in jenen Dingen, die so allgemein sind, daß sie aufhören, etwas Ausgezeichnetes zu seyn.

Daß nichtsdestoweniger Schmerz und Mangel in weiter Verbreitung und in hohem Grade vorhanden sind, unterliegt keinem Zweifel; ja die Summe der Leiden müßte als außerordentlich erscheinen, wenn sie mit irgend etwas Anderem als mit der Summe thierischen Glücks verglichen würde. Ohne uns spekulativ auf die Frage vom Uebel einzulassen, welche das Menschengeschlecht von Anbeginn beschäftigt hat, zeigen wir im Folgenden, wie Manches uns als ein Uebel erscheint, das es in Wahrheit nicht ist.

Kunstreiche Anordnung beweist einen Plan; die vorherrschende Tendenz des Kunstwerks weist auf die Absicht des Urhebers hin. Die Welt ist voll von Kunstwerken; alle aber, die wir kennen, sind in wohlthätiger Absicht gemacht. Daß Uebel vorhanden seyen, unterliegt keinem Zweifel; allein das Uebel ist, soviel wir sehen können, nie der Zweck des Kunstwerks. Die Zähne z. B. sind zum Essen gemacht, nicht um uns Schmerzen zu verursachen. Der Zahnschmerz mag eine zufällige, vielleicht eine von der ganzen Einrichtung unzertrennliche Erscheinung seyn; man mag ihn sogar einen Mangel am Kunstwerke nennen; aber beabsichtigt

war er nicht, der Zweck des Kunstwerks war er nicht. Dies ist eine Unterscheidung, die man fest im Auge behalten muß. In einer Beschreibung von Ackergeräthen wird schwerlich Jemand von der Sichel sagen, sie sey gemacht, um den Schnitter in die Hand zu schneiden, obgleich sich der Fall bei der Gestaltung des Werkzeugs und der Art, wie man es handhabt, oft ereignen mag. Werden aber Folterwerkzeuge beschrieben, so wird Jedermann sagen: diese Maschine wurde gemacht, um die Sehnen zu recken; diese hier dient dazu, die Glieder auszurenken; eine andre hat die Bestimmung, die Knochen zu zerbrechen, die Fußsohlen zu brennen u. s. w. Hier ist Schmerz und Pein der eigentliche Zweck des Kunstwerks. So etwas findet sich aber nirgends in den Werken der Natur. Noch kein Anatom hat eine Organisation entdeckt, die darauf berechnet wäre, Schmerz und Krankheit zu erzeugen; noch keiner hat sich bei Erklärung der menschlichen Körpertheile folgender Ausdrücke bedient: dieser Theil ist dazu bestimmt, Reiz und Entzündung hervorzubringen; dieser Kanal hat den Blasenstein in die Nieren zu führen; diese Drüse hat die Aufgabe, die Flüssigkeit, welche der Träger der Gicht ist, auszuscheiden. Stößt der Anatom zufällig auf einen Theil, dessen Bestimmung ihm unbekannt ist, so kann er höchstens sagen: dieser Theil dient zu nichts; nie aber vermuthet er, das Organ sey dazu bestimmt, Schmerz und Krankheit zu erzeugen.

Zwei Fälle bieten hier wohl die größte Schwierigkeit dar, weil sie am meisten als Ausnahmen vom eben Gesagten erscheinen: ich meine die giftigen Thiere und die Raubthiere. Die Eigenschaften dieser Thiere müssen allerdings durchaus als beabsichtigt betrachtet werden, weil sich bei allen giftigen und bei den meisten Raubthieren ein bestimmter, darstellbarer Organismus findet, der jene Thiere zu dem macht, was sie wirklich sind. Was die ersten betrifft, so ist bei den Giftzähnen der Schlangen, bei den Stacheln der Wespen und Scorpione und dergl. der gefährliche Zweck ebenso unzweifelhaft und unverkennbar, als bei andern

thierischen Organisationen der wohlthätige. Ein Gleiches gilt von den Krallen und Schnäbeln der Raubvögel, von den Zähnen und Klauen der fleichfressenden vierfüßigen Thiere, von dem Rachen des Haifisches, dem Gewebe der Spinne und den zahllosen Angriffswaffen gefräßiger Insekten. Die Schwierigkeit wird daher nicht beseitigt, wenn wir etwa sagen wollten, die Wirkung sey nicht beabsichtigt gewesen. Es bleibt uns nur die Frage übrig: ob es am Ende wirklich ein Uebel sey? Bei der eingestandenen Unvollkommenheit unserer Kenntnisse sollten wir voraussetzen, daß diese Einrichtung Folgen haben könne, die uns verborgen sind; beim Wohlwollen, das sich sonst im ganzen Plane der Natur offenbart, sollten wir weiter voraussetzen, daß jene Folgen, wenn wir sie in Berechnung ziehen könnten, auf der Waage den Ausschlag zum Guten geben würden. Diese beiden Voraussetzungen wären, so behaupte ich, vernünftig; sie wären dies nicht, wenn diese zwei Fälle die einzigen wären, welche die Natur unserer Beobachtung darbietet; sie sind aber vernünftig, wenn wir bedenken, daß die fraglichen Fälle mit einer Menge anderweitiger Einrichtungen zusammenhängen, die sämmtlich von demselben Urheber ausgehen, und sämmtlich, jene zwei ausgenommen, einen unverkennbar wohlthätigen Zweck haben. Die Gründe aber, aus welchen sich für unser Erkenntnißvermögen dieser Theil der thierischen Oekonomie rechtfertigen läßt, sind folgende.

In Bezug auf giftige Zähne und Stacheln ist zu bemerken:

1. Das Vermögen, über das wir uns beklagen, ist wohlthätig zu nennen, wenn man bloß das Thier, dem dasselbe ertheilt ist, im Auge hat; denn in allen Fällen dient es dem Thiere trefflich zu seiner Vertheidigung, oft zur Ueberwältigung seiner Beute, manchmal wohl auch zur raschen Tödtung derselben, die für das gefangene Thier als ein Akt der Barmherzigkeit erscheint, während sie für das Raubthier selbst von Wichtigkeit ist. Bei der Viper z. B. leistet der Giftzahn dieselben Dienste, wie bei andern Raubthieren das zerfleischende Gebiß. Frösche und Mäuse würden ohne das Gift lebendig verschlungen.

2. Allein man wird einwenden, die Wirkung dieser Waffe, die sogar dem menschlichen Körper und größern vierfüßigen Thieren, die von der Schlange gebissen werden, tödtlich ist, sey viel zu sehr gesteigert; sie hätte ihre nächste Bestimmung erfüllen können, ohne in so hohem Grade verderblich zu seyn. Aber der Fall tritt wohl sehr selten ein, wo ein größeres Thier durch einen Biß getödtet wird, und der Stich von Insekten hat, meines Wissens, diese Wirkung fast niemals. Dies geht aus den zahlreichen Versuchen des Abbé Fontana hervor. Er fand, daß fünf gereizte Vipern erforderlich waren, um einen Hund von mittlerer Größe zu tödten, daß aber eine Maus oder ein Frosch an einem einzigen Bisse starben. Fontana schien der Meinung zu seyn, daß sogar der Biß der Klapperschlange nicht immer tödtlich sey, gab jedoch zu, daß in besonders unglücklichen Fällen, wenn der Biß einen zartern Theil, z. B. einen Hauptnerven, oder ein beträchtlicheres lymphatisches Gefäß verletzt, der Tod sehr schnell erfolgen könne.

3. Man hat in Bezug auf Schlangen die sehr richtige Bemerkung gemacht, daß nur wenige Arten giftig seyen, daß aber hiedurch die ganze Familie geschützt werde. Die unschädlichste Schlange wird ebenso sorgfältig gemieden, wie eine giftige Viper. Der Schrecken und Abscheu, womit große Thiere diese Klasse von Reptilien betrachten, ist ihr Schutz, und dieser Schrecken gründet sich auf die furchtbare Rache, welche eine verhältnißmäßig kleine Zahl derselben zu nehmen im Stande ist. Die von Linné beschriebenen Schlangenarten belaufen sich auf zweihundertundachtzehn, von denen nur zweiunddreißig giftig sind.

Was zweitens den Umstand betrifft, daß die Thiere einander aufzehren, so ist dies ein Punkt, der eine weitläufigere Besprechung verdient. Die folgenden Betrachtungen sollen dazu dienen, uns darüber aufzuklären, ob überhaupt diese Einrichtung, so weit wir bei unsern beschränkten Einsichten die Folgen derselben zu würdigen vermögen, ein Uebel zu nennen sey.*

* Der Fortschritt der Wissenschaft vermindert fortwährend die

1. Von Sterblosigkeit kann auf der Erde keine Rede seyn. Ohne Tod gäbe es keine Fortpflanzung, keine zwei Geschlechter, kein elterliches Verhältniß, kurz, so wie die Sachen einmal stehen, kein thierisches Glück. Die besonders lange Lebensdauer, die einigen Thieren verliehen ist, kann keinen Einwurf bilden; denn wie lang auch dieselbe seyn mag, immer ist sie beschränkt, und immer läßt sich daher fragen, warum sie nicht noch länger sey. Das natürliche Lebensalter verschiedener Thiere wechselt von einem Tage bis zu hundert Jahren. Hievon vermögen wir keinen Grund anzugeben, und vermöchten es nicht, die Lebensverhältnisse der Thiere möchten gestaltet seyn, wie sie wollten.

Nachdem nun einmal das Lebensziel der verschiedenen Thiere so und nicht anders gesteckt ist, fragt es sich nur, welche Art, dem Leben ein Ende zu machen, für das betreffende Thier selbst die beste sey.

Gemäß der festbestimmten Ordnung der Natur (die wir anerkennen müssen, wenn wir überhaupt über den Gegenstand räsonniren wollen) sind die drei Wege, auf denen sie das Leben ihrer Geschöpfe endigt, akute Krankheiten, Nachlaß der Kräfte und Gewalt. Die einfach und natürlich lebenden unvernünftigen Thiere werden nicht oft von akuten Krankheiten heimgesucht; auch könnte es nicht als eine Verbesserung ihres Looses angesehen werden, wenn dies der Fall wäre.

Zahl der Beispiele von in Conflikt befindlichen, so wie von scheinbar unvollkommenen Organisationen und Instinkten. Nichtsdestoweniger ist unzweifelhaft, daß einiger Conflikt nie ganz gehoben werden, mit andern Worten, daß nach allen Abzügen immer noch ein gewisser Grad von Uebel übrig bleiben wird. Daß jedoch in jedem Gebiete der materiellen wie der geistigen Welt das Gute in ungeheurem Uebergewicht ist, fällt in die Augen. Ja, wenn wir in Betreff dieses Gegenstandes argumentiren wollten, wie wir es sonst gewohnt sind, so hätten wir wohl das Recht, die Wahrnehmung des Uebels überhaupt auf Rechnung unserer Unwissenheit zu schreiben, und wir kämen zum Schluß, daß wir, wenn wir das ganze System und den ganzen Plan der Schöpfung zu übersehen und zu begreifen vermöchten, nicht länger an ein Uebel überhaupt glauben würden.

Stellen wir uns aber einmal lebendig das Leiden, den jammervollen Zustand eines unvernünftigen Thiers vor, das an Nachlaß der Natur stirbt. Wenn Menschen krank oder schwach werden, so finden sie Beistand bei ihren vernünftigen Brüdern; werden sie auch hiedurch ihrer Schmerzen nicht überhoben, so wird doch für ihre Bedürfnisse gesorgt, und es wird für sie gethan, was sie selbst nicht mehr zu thun vermögen. Das Thier in seinem wilden, natürlichen Zustande thut Alles selbst für sich. Wenn daher seine Kraft, oder die Geschwindigkeit seiner Beine, oder die Schärfe seiner Sinne nachläßt, so fällt es entweder einem alsbaldigen Hungertode anheim, oder es schleppt unter fortwährendem Nahrungsmangel ein elendes, langsam versiegendes Daseyn hin. Möchte wohl Jemand das gegenwärtige Raubsystem abändern, um die Welt mit siechen, altersschwachen, halbverhungerten, hülflosen Thieren angefüllt zu sehen?

2. Dieses Raubsystem ist für Verfolgte wie für Verfolger ein Sporn zur Bewegung und Thätigkeit. Die Verfolgung der Beute macht die Beschäftigung und, wie es scheint, das Vergnügen eines beträchtlichen Theils der Thierwelt aus. Vertheidigung, Flucht und Anwendung von Vorsichtsmaaßregeln bilden ein Hauptgeschäft eines andern Theils. Wir haben aber keinen Grund, anzunehmen, daß das Glück dieser letztern durch Furcht sehr beeinträchtigt werde. Zwar schweben sie fortwährend in Gefahr, und in manchen Fällen scheinen sie dies auch in so weit zu fühlen, daß sie, so gut sie es vermögen, Vorsichtsmaaßregeln treffen; allein offenbar leiden sie durch dieselbe nur dann, wenn gerade ein Angriff auf sie gemacht wird. Aengstliche Betrachtung ihrer unsichern Stellung würde einen Grad von Reflexion voraussetzen, den sie (zu ihrem Glücke) nicht besitzen. Ein Hase ist, ungeachtet der großen Zahl der ihn umringenden Feinde, eines der munterSten Thiere.

3. Um jedoch der Frage ihr volles Recht widerfahren zu lassen, muß das System der gegenseitigen Aufreibung unter den Thieren immer mit strenger Rücksicht auf eine andre

Eigenschaft der thierischen Natur betrachtet werden: ich meine das Uebermaaß der Fruchtbarkeit. Sie hält dem System der gegenseitigen Zerstörung gerade das Gleichgewicht. Betrachten wir den Gegenstand aus diesem Gesichtspunkte, der, nach meiner Ueberzeugung, der einzig richtige ist, so besteht unsere erste Aufgabe darin, die Vortheile aufzuzählen, welche aus dieser mächtigen Vervielfältigungskraft der Natur hervorgehen; sodann haben wir zu zeigen, daß diese Vortheile eben so viele Gründe für jenes System von Nationalfeindschaften sind.

In beinahe allen Fällen ist die Natur mit ihren Keimen überschwänglich verschwenderisch. Ein einziger Stockfisch laicht in Einem Sommer eine größere Zahl von Eiern, als ganz England Einwohner hat. Tausend andere Beispiele von großer thierischer Fruchtbarkeit ließen sich anführen, um darzuthun, daß die Vermehrung einzelner Arten mit einer Schnelligkeit und in Proportionen vor sich geht, die alle Berechnung übersteigen. Diese Einrichtung bietet zwei Vortheile dar: erstens strebt sie dahin, die Welt immer bevölkert zu erhalten; zweitens wurde es durch dieselbe möglich, das Zahlverhältniß zwischen den einzelnen Thierarten verschiedentlich zu bestimmen, je nachdem besondere Zwecke dies erforderten, oder je nachdem in verschiedenen Landstrichen Raum und Nahrung für dieselben vorhanden war. Wo diese ungeheure Fruchtbarkeit freien Raum findet, der bereit ist, die Thierart aufzunehmen, da wirkt sie in ihrer vollen Kraft, da füllt sie alsbald das Gebiet. Wir beklagen uns oft über die erstaunliche Vermehrung mancher lästigen Insekten, und bedenken nicht, daß ohne sie große Gebiete der Natur verödet lägen. Dürfen wir den Angaben der Reisenden trauen, so wären ungeheure Waldstrecken in Nordamerika beinahe ganz ohne empfindende Wesen, wenn es daselbst keine Schnacken gäbe. In den dünn bevölkerten Strichen von Nordamerika, wo das Klima warm ist, und wo sich stehende Wasser finden, ist die Luft mit Schaaren dieser Insekten angefüllt. So sehen wir denn an Orten, an denen wir nichts als Einsamkeit

und todähnliches Schweigen erwarteten, rege Thätigkeit und muntern Lebensgenuß. Ein anderes Beispiel: Heere von Mäusen werden unter die Plagen des nordöstlichen Europa gerechnet; allein große Strecken von Sibirien wären ohne dieselben völlig unbelebt. Die kaspischen Wüsten werden durch sie zu ungeheuren Thiergehegen. Zwischen der Wolga und dem Jaik, und im alten Hyrkanien ist, nach Pallas, der Boden an vielen Orten ganz mit kleinen Hügeln bedeckt, die von der beim Höhlenbau ausgeworfenen Erde gebildet wurden. Wollen wir den Thieren diese glücklichen Schlupfwinkel mißgönnen, wollen wir die Fruchtbarkeit, durch welche jene Länder bevölkert werden, ein Uebel, einen Grund der Klage nennen? Kraft dieses Uebermaaßes von Fruchtbarkeit wird das, was wir Zerstörung heißen, beinahe im nämlichen Augenblicke eine reiche Quelle von Leben. So besteht das, was wir bei dem Getreide den Brand nennen, häufig aus Legionen lebender Wesen, die ihren Antheil an den Segnungen der Natur fordern. Was die Erzeugnisse der Erde für uns verderbt, macht sie erst zu Nahrungsmitteln für diese Thiere.

Außer diesem gelegentlichen Nutzen der großen animalischen Fruchtbarkeit ist zu bemerken, daß es vermittelst derselben möglich ward, das Zahlverhältniß zwischen den mancherlei Thierklassen auf verschiedene Weise zu modificiren, je nachdem verschiedene Zwecke es erforderten. Wenn die Wälder von Amerika ausgehauen und die Sümpfe ausgetrocknet werden, so machen die Schnacken andern Bewohnern Platz. Wenn die Bevölkerung von Europa sich gegen Nord und Ost verbreitete, so würden die Mäuse sich vor dem Landmann und dem Schäfer zurückziehen, und ihren bisherigen Aufenthalt den Heerden von Kühen und Schafen überlassen. Was das Menschengeschlecht betrifft, so mag der große Plan der Vorsehung ausdrücklich darauf berechnet seyn, daß die Bevölkerung der Erde eine wandernde, ja vielleicht eine förmlich circulirende seyn sollte. Dadurch werden ohne Zweifel folgende Vortheile erzielt. Wenn alte Länder in hohem Grade verdorben sind, so mag in

jüngern einfachere Lebensweise, reinere Moral, bessere Verfassung sich geltend machen, und der frisch bearbeitete Boden mag den Ackersmann mit reichlicherer Erndte lohnen. Auf diese Weise kommt durch den Wechsel menschlicher Bevölkerung die Reihe an die verschiedenen Landstriche unseres Erdballs, und wo menschliche Bewohner fehlen, da füllen einstweilen andere Gäste in rascher Vermehrung den leeren Raum. Was die gezähmten Thiere betrifft, so gewährt uns ihre Fruchtbarkeit den großen Nutzen, daß wir immer über eine beliebig große Zahl derselben verfügen können. Niemand wird es einfallen, sich über die zu starke Vermehrung derselben zu beklagen, denn es ist viel leichter, Ueberfluß zu beschränken, als Mangel zu ersetzen.

So großen Nutzen aber auch dieses Uebermaaß von Fruchtbarkeit in mancher Beziehung hat, so wäre doch die Natur nicht im Stande, die dadurch hervorgerufene erstaunliche Menge von Geschöpfen zu ernähren. Jedem Uebermaaße tritt entweder eine von außen kommende Reaktion entgegen, oder zerstört es sich selbst. Es gibt vielleicht keine einzige Art von Landthieren, die nicht die ganze Erde überzöge, wenn es ihr gestattet gewesen wäre, sich in vollkommener, ungestörter Sicherheit zu vervielfältigen, keine Art von Fischen, die nicht den Ocean füllte. Sollte man diese Behauptung als übertrieben betrachten, so ist doch soviel gewiß, daß, wenn seit Erschaffung der Welt irgend eine Thierart sich ohne äussere Beeinträchtigung vervielfältigt hätte, hiedurch allen andern Geschöpfen Nahrung entzogen worden wäre. Es war daher nothwendig, daß den Wirkungen der so außerordentlichen thierischen Fruchtbarkeit Schranken gesetzt wurden. Unter den Maaßregeln, die zu diesem Zwecke ergriffen wurden, ist nun die wirksamste die gegenseitige Aufreibung unter den Thieren selbst. Ganz nahe liegende Beispiele überzeugen uns von dem unmittelbaren Nutzen dieser Feindseligkeit. Die eine Insektenart befreit uns von einer andern, oder vermindert wenigstens die Zahl derselben. Eine dritte Art hält vielleicht jene erste in Schranken, und Vögel oder Eidechsen sorgen

dafür, daß die Vermehrung dieser dritten Art nicht zu sehr und auf eine für uns bedrohliche Weise überhand nimmt. Auf der andern Seite hat die Natur die ängstlichste Sorge dafür getragen, daß nicht irgend eine Art ganz von der Erde verschwinde, und die Maaßregeln, die sie von Anfang an getroffen, um die Erde stets bevölkert zu erhalten, haben sich durch eine lange Reihe von Jahrhunderten als wirksam bewährt.

Daß das System der gegenseitigen Aufreibung in ausdrücklicher Beziehung zu dem jedesmaligen Grade der Fruchtbarkeit steht, daß Zerstörung und Zeugung nichts anders als die einander ergänzenden Elemente desselben Planes sind, dies ergibt sich auch daraus, daß die Fruchtbarkeit einer Thierart immer im Verhältniß mit ihrer Kleinheit, ihrer Schwäche, ihrer natürlichen Lebensdauer und mit der Zahl ihrer Feinde steht. Ein Elephant wirft bloß ein einziges Kalb; ein Schmetterling legt sechshundert Eier. Raubvögel legen selten mehr als zwei Eier; Sperlinge, Enten und dergleichen Vögel brüten oft ein ganzes Dutzend aus. In den Flüssen kommen immer tausend Elritzen auf einen Hecht, in der See eine Million Heringe auf einen Haifisch. Ueberall herrscht ein System der Ausgleichung. Schutzlosigkeit und die Menge verheerender Feinde werden durch gesteigerte Fruchtbarkeit ausgeglichen.

Unser erster Satz, den wir bisher vertheidigten, lautete also: „In der ungleich größeren Menge von Fällen, in denen wir kunstreiche Vorrichtungen erblicken, ist der Zweck der kunstreichen Vorrichtung ein wohlthätiger.“

Unser zweiter Satz lautet: „Die Gottheit vergesellschaftete Vergnügen und Lust mit den thierischen Empfindungen, und zwar um ihrer selbst willen, zu keinem andern Zweck, oder wenn der Zweck durch den Impuls des Schmerzes hätte erreicht werden mögen.“

Dieser Satz mag also erläutert werden: Die Fähigkeiten, welche gemäß der festgesetzten Ordnung der Natur zur Erhaltung eines Thiers nothwendig sind, erscheinen zwar augenfällig als Resultate einer zweckgemäßen, absichtlichen

Organisation, dabei aber auch nur als Ausfluß desselben Willens, von dem das Daseyn des Thiers überhaupt ausging; denn sey nun die Schöpfung das Werk eines guten oder eines bösen Wesens, diese Fähigkeiten mußten dem Geschöpf ertheilt werden, wenn es überhaupt existiren sollte. Thierische Eigenschaften, die in diese Kategorie gehören, geben daher keinen direkten Beweis für die Güte Gottes; sie beweisen das Daseyn eines Gottes, sie beweisen wohl noch außerdem einen hohen Grad von Macht und Intelligenz; aber die Güte Gottes beweisen sie nicht, denn jene Eigenschaften und Vermögen mußten in einer jeden Schöpfung, die der Fortdauer fähig seyn sollte, angetroffen werden.

Allein es gibt eine Klasse von Eigenschaften, die als der freiwillige Ausfluß eines ausdrücklich auf das Wohl der Geschöpfe gerichteten Willens erscheinen, einer Absicht zu beglücken, neben dem Willen, für die Mittel der Existenz überhaupt zu sorgen; und diese Absicht äußert sich dadurch, daß den Geschöpfen Empfänglichkeit für Vergnügen verliehen wurde, in Fällen, wo dieselbe zur Erhaltung des Individuums oder auch der Gattung nicht nothwendig war, oder wo durch den Impuls des Schmerzes der Zweck ebenso gut hätte erreicht werden können. Ein einziges Beispiel wird dieses deutlich machen. Da einmal zur Erhaltung des thierischen Lebens Nahrung nothwendig ist, so mußte das Thier mit den zu Aufnahme und Verdauung der Nahrungsmittel geeigneten Organen ausgerüstet werden. Es mag ferner als nothwendig erscheinen, daß das Thier durch irgend einen Impuls veranlaßt wurde, seine Organe in Thätigkeit zu setzen. An der unangenehmen Empfindung des Hungers war es aber dabei genug. Warum wurde nun mit dem Akte des Essens ein angenehmes Gefühl verbunden? warum wurde den Nahrungsstoffen ein süßer Wohlgeschmack verliehen? warum ein ganz besonderer Sinn geschaffen, um das Thier für jenen Wohlgeschmack der Speisen empfänglich zu machen? warum bringt der Saft der Pfirsche auf dem Gaumen eine ganz andre Wirkung hervor, als z. B. auf der Haut der flachen Hand?

Alle diese Fragen finden ihre Lösung einzig und allein in der reinen Güte des Schöpfers. Essen ist nothwendig; allein das angenehme Gefühl, welches den Akt des Essens begleitet, war nicht nothwendig; aber die Thiere erhielten den von allen andern Sinnen verschiedenen Sinn des Geschmacks, dessen Organ aufs Glücklichste den Gegenständen angepaßt ist, die zu ihrer Ernährung taugen. Die Wohlthat dieser Gabe vermag wohl derjenige am besten zu würdigen, der die Erfahrung gemacht hat, wie im fieberhaften Zustande Alles anders und Alles schlecht schmeckt.

Vielleicht wendet man ein, daß ich mit den angenehmen Empfindungen beim Schmecken ein sehr geringfügiges Beispiel gewählt habe. Ich bin nicht dieser Meinung. * Für den

---

* Dies so wenig als irgend etwas, was unserer physischen oder geistigen Natur angenehme Gefühle gewährt, ist als geringfügig zu betrachten: eben die Fähigkeit, uns an Gegenständen zu ergötzen, die im Vergleich mit andern als Kleinigkeiten erscheinen, ist für uns eine reiche Quelle des Genusses. Jeder Mensch hat in sich das Vermögen, sich mit Dingen zu beschäftigen, sich lebhaft und genußreich für Dinge zu interessiren, bei denen er sich, bevor er mit ihnen bekannt wurde, nicht den mindesten Genuß denken konnte. Es ist dies eine sehr wichtige Quelle des Vergnügens, und zwar ist sie unabhängiger von äußern Umständen, als man glauben sollte, wenn man nie Erfahrungen in dieser Beziehung gemacht hat. Marmontel sagt hierüber in seinen Memoiren S. 431: „Le goût s'accommode aux objets, dont il peut jouir; et cette sage maxime:

Quand on n'a pas ce que l'on aime,
Il faut aimer ce que l'on a,

est en effet non seulement une leçon de la nature, mais un moyen qu'elle se ménage, pour nous procurer des plaisirs.“ Eben die Stellen, in denen er die Genüsse eines einfachen, naturgemäßen Lebens schildert, scheinen mir bei weitem der interessanteste Theil seines Werkes zu seyn. „Nos galettes de sarrazin, humectées, toutes brûlantes, de ce bon beurre du Mont-d'or, étaient pour nous le plus friand régal. Je ne sais pas, quel mets nous eût paru meilleur que nos raves et nos châtaignes; et en hiver, lorsque ces belles raves grillaient le soir à l'entour du foyer, ou que nous entendions bouillonner l'eau du vase où cuisaient ces châtaignes si savoureuses et si douces, le cœur nous palpitait de joie.“ — (Ib. p. 9.) „Quand j'arrivais chez moi et que dans un bon lit ou au coin d'un bon feu, je me sentais

Menschen fließt damit eine reiche Quelle des Genusses; aber für das unvernünftige Thier sind sie wohl von noch weit größerer Bedeutung. Ein frei herumlaufendes Pferd bringt den größten Theil der Stunden, in denen es wacht, mit Fressen zu. Für Ochsen, Schafe, Rehe undandere wiederkäuende Thiere ist das Vergnügen ein gedoppeltes. Beinahe ihre ganze Zeit ist zwischen Weiden und Wiederkäuen getheilt. Welcher Art dieses Vergnügen auch seyn mag, immerhin füllt es einen beträchtlichen Theil ihres Daseyns aus. Andere Thiere, wie z. B. die Fische, verschlingen ihre Beute ganz, ohne daß sie dabei, so scheint es, Zeit hätten, dieselbe im Munde zu schmecken; darf man hier aber nicht annehmen, daß der Magen der Sitz des Geschmacks ist, oder wenigstens, daß mit der Zersetzung der Nahrung in diesem Organ irgend ein Gefühl von Wohlbehagen vergesellschaftet ist? Wir brauchen jedoch, indem wir uns nach Beweisen umsehen, nicht bei diesem Einen Beispiele stehen zu bleiben. Jeder andre Sinn vermag uns ebenso triftige Belege zu liefern. Der Sinn des Gehörs hätte mögen vermittelt werden ohne Wohllaut, der des Geruchs ohne Wohlgeruch, der des Gesichts ohne Schönheit. Von welcher Seite wir immer die Sinne betrachten mögen, sie wurden uns von Gott nicht bloß darum verliehen, um mit Hülfe derselben unser Leben zu fristen und zu erhalten; sie waren in seiner Hand zugleich ein Mittel, uns Vergnügen und Glück zu bereiten. Zudem sind die Sinne nicht das einzige Vehikel des Genusses. Wir haben viele innere Regungen der angenehmsten Art, die wir keinem der bekannten fünf Sinne zuschreiben können. Es gibt sogar Physiologen, welche behaupten, jegliche Säfteabsonderung sey mit einem gewissen Gefühle der Lust begleitet, und jenes unbestimmte allgemeine Wohlbehagen, das stets im Gefolge einer kräftigen Gesundheit ist, habe seinen Grund in nichts anderem, als in der leichten, ungestörten Säfteabsonderung. Forschen wir aber

---

tout ranimé, c'était pour moi l'un des momens les plus délicieux de la vie; jouissance que la molesse ne m'aurait jamais fait connaître."

nach dem letzten Grunde von dem Allem, wo anders liegt er, als in dem Willen des Schöpfers? Es ließe sich sogar fragen, woher es überhaupt komme, daß irgend etwas uns Vergnügen mache? Ich habe keine andere Antwort auf diese Frage, als eine Verweisung auf die Anordnung Gottes.

Das ursprünglich unsern Genüssen zu Grunde liegende Prinzip ist uns durchaus unbekannt, und führen wir sie auch auf physische Sensationen zurück, so sind wir doch selten im Stande, uns in der secundären, complicirten Gestalt, in der sie zu sogenannten Ergötzlichkeiten werden, Rechenschaft von denselben zu geben. Ich fand noch nie einen Jäger, der mir hätte sagen können, worin das Vergnügen der Jagd denn eigentlich bestehe, oder der es auf bestimmte und klare Prinzipien hätte zurückführen können. Ich selbst war vor Zeiten ein großer Liebhaber des Fischens, und brachte in der stillen, vergnüglichen Einsamkeit, in der ich mich diesem Zeitvertreib hingab, manche der glücklichsten Stunden eines im Allgemeinen nicht unglücklichen Lebens hin; aber bis auf diesen Augenblick war ich nie im Stande, die eigentliche Quelle anzugeben, aus der dieses Vergnügen floß.

Das „quantum in rebus inane!“ man mag es nun auf unsere Vergnügungen oder auf ernstere Beschäftigungen (von denen es allerdings häufig mit gleichem Rechte gälte) anwenden, ist immer eine sehr ungerechte Klage. Wenn Kleinigkeiten uns vergnügen und glücklich zu machen vermögen, so ist das wahre Gefühl, das uns bei solcher Wahrnehmung beleben soll, dankbare Anerkennung der Gaben der Natur, oder besser, der Güte Gottes gegen seine empfindungsfähigen Geschöpfe.

Auch an Vernunftgeschöpfen, als solchen, bemerken wir Eigenschaften, welche die Wahrheit dieser Behauptung bestätigen. Der Grad von Verständigkeit, der das Erbtheil des menschlichen Geschlechts ist, zeigt sich im Allgemeinen bedeutend größer, als zur bloßen Erhaltung der Gattung erforderlich wäre. Die Lust, frei zu wählen und den Gegenstand der Wahl zu verfolgen, erscheint als eine ursprüngliche

Quelle unserer Genüsse. Das Vergnügen, das wir aus dem Großen, dem Schönen, dem Neuen, aus der Nachahmung, aus den freien Künsten und dergleichen schöpfen, ist nicht bloß eine außerordentliche Zugabe, es ist gewissermaßen ein ganz reines Vergnügen zu nennen, das durch keinerlei Schmerz verkümmert wird.

Ich weiß nicht, ob unsere Anhänglichkeit an ein Eigenthum nicht etwas mehr denn ein bloßes Diktat des Verstandes, etwas mehr, als die Wirkung des gesellschaftlichen Zustandes ist. Das Bewußtseyn, etwas eigenthümlich zu haben, sey es was es wolle, hat einen eigenthümlichen Reiz. Der Begriff des Besitzes ist der erste abstrakte Begriff, den wir in uns aufnehmen, und der am längsten und festesten in unserer Seele haftet. Er macht dem Kinde sein Spielzeug, dem Bauer seine Hütte, dem Grundherrn sein Gut werth und theuer. Er entschädigt für schöne Aussicht und lebendige Scenerie, und lehrt uns, statt in der Ferne reizende Wohnsitze zu suchen, den Reiz in unserem eigenen Besitze zu finden. Eigenthum und Heimath verleiht Ebenen und sumpfigen Marschländern das Ansehen einer großartigen Natur, und färbt den unfruchtbaren Lehm mit den lachendsten Tinten.

Alle diese Betrachtungen unterstützen unsern zweiten Satz, den wir zu beweisen uns vorgesetzt. Wie sowohl dieser als der erste lautete, rufe ich dem Leser kurz ins Gedächtniß. Erstens, bei weitem in den meisten Fällen, wo wir einen kunstreichen Mechanismus ausgeführt erblicken, stellt sich die demselben zu Grunde liegende Absicht als eine wohlthätige dar; zweitens, die Gottheit vergesellschaftete Genuß mit den thierischen Empfindungen, und zwar um seiner selbst willen, zu keinem andern Zweck, oder wenn der Zweck auch durch den Impuls des Schmerzes hätte erreicht werden mögen.

So lange diese Sätze feststehen, sind wir berechtigt, der Gottheit die Eigenschaft der Güte und des Wohlwollens beizulegen, und der Begriff eines unendlichen Wesens bedingt denn auch unendliche Güte, so ferne sie sich an einer unendlichen, unberechenbar großen Menge von Gegenständen äußert.

Dreiundzwanzigstes Kapitel.

Schluß.

Wo immer der Verstand in die Gefahr gerathen könnte, durch die Mannichfaltigkeit der sich ihm darbietenden Gegenstände verwirrt zu werden, da ist es wohl gethan, sich auf einige feste Punkte, oder auch gar auf ein einziges Beispiel zu stützen. Unter einer ganzen Menge von Beweisen ist es in der Regel nur Einer, der die Ueberzeugung bewirkt. Wir werden immer bemerken, daß bei irgend einer Beweisführung kaum zwei Personen auf den nämlichen Punkt, auf das nämliche Beispiel fußen; und dies ist gerade ein Zeichen von der Stärke der Beweisführung; denn die verschiedene Wahl, welche verschiedene Personen treffen, zeugt dafür, daß die Beispiele zahlreich und daß sie treffend waren. In keinem Gebiete spricht sich die Neigung, sich auf Einen ausgewählten, besondern Punkt zu stützen, stärker aus, als wenn es sich davon handelt, aus der Naturgeschichte einen intelligenten Schöpfer zu beweisen, gerade weil hier das Feld so groß und reich ist. Was mich betrifft, so ist mein Hauptstandpunkt die Anatomie des Menschen, und die Beispiele von Mechanismus, welche ich aus dem langen Verzeichniß aller zu Gebot stehenden Fälle hervorhebe, sind unter andern der Zapfen, auf welchem sich das menschliche Haupt dreht, die Bänder in der Höhlung des Hüftgelenks, der Rollmuskel des Augapfels, der Kehldeckel, die Bänder, welche die Sehnen der Faust und des Fußgelenks niederhalten, die durchbohrten Sehnen an Händen und Füßen, die Anknüpfung der Eingeweide an

das Gekröse, die Einmündung des Milchsafts in das Blut, und die durch die ganze thierische Schöpfung sich hindurchziehende Zweiheit der Geschlechter. Unter allen diesen Beispielen, deren sich der Leser wohl erinnern wird, ist nicht eines, das mir nicht entscheidend schiene, nicht eines, das nicht ein reiner Mechanismus wäre. Auch habe ich nie eine Erklärung jener Gegenstände vernommen, die den Schluß, welchen ich auf dieselben baute, im geringsten zu erschüttern im Stande wäre.

Allein der größte Theil derjenigen, welche in diesem oder in einem andern Buche Beweise vom Daseyn Gottes lesen, wird sagen, sie wissen nach dem Lesen soviel als vorher, sie seyen mit der großen Wahrheit, die im Buche bewiesen wird, längst bekannt gewesen, und haben nie an derselben gezweifelt; somit sey nicht abzusehen, was durch Untersuchungen gewonnen werde, die nichts Neues geben, und deren Tendenz sey, etwas zu beweisen, wofür man keine Beweise brauchte. Ich entgegne hierauf, daß durch Untersuchungen der Art immer zweierlei, zu Gunsten selbst der anerkanntesten Wahrheiten, gewonnen wird: Festigkeit der Ueberzeugung und Tiefe des Eindrucks. Es können sich Fälle ereignen, durch welche die Festigkeit der uns seit lange geläufigen Ansichten auf die Probe gestellt wird. Da ist es denn ein unberechenbarer Gewinn, auf Gründe stützen zu können, was wir bisher bloß auf Autorität hin angenommen hatten.

In gegenwärtiger Darstellung nun ist die Beweisführung just von der Art, wie eine Wahrheit, die für Jedermann von Wichtigkeit ist, sie fordert. Wäre sie abstrakt und in die Sprache philosophischer Geheimweisheit eingekleidet, so könnte sie bei der großen Mehrheit keinen Eingang finden; wäre sie bloß populär, so ermangelte sie der Solidität.

Zweitens aber wird durch Untersuchungen der Art mit der Befestigung der Ueberzeugung auch ein tiefer Eindruck gewonnen. Die Aerzte sagen uns, zwischen dem Verschlucken einer Arznei und ihrer Aufnahme in Saft und Blut sey ein

großer Unterschied. Ein Unterschied ähnlicher Art findet in Betreff jener großen moralischen Wahrheiten statt, welche die leitenden Prinzipien der menschlichen Handlungsweise seyn sollten. Eine Wahrheit dieser Art anerkennen, und von ihrem Geiste in seinem Innersten durchdrungen seyn, das sind zwei sehr verschiedene Dinge. Ich stelle mir die Sache so vor: Jeder Mensch hat wohl seinen eigenen Gedankengang, in den er unvermerkt hineingeräth, so oft er frei von andern, ihn gelegentlich aufregenden Eindrücken ist; dieser unwillkührliche Zug der Gedanken bestimmt auch wohl mehr als irgend sonst etwas seinen Charakter. Bei dieser Eigenthümlichkeit unseres geistigen Wesens ist es daher von der größten Wichtigkeit, daß sie zum Guten geleitet werde. Durch häufiges, fortgesetztes Nachdenken über einen gewissen Gegenstand, durch Betrachtung desselben von verschiedenen Gesichtspunkten, durch Herbeiziehung mannichfacher Beispiele, durch Anwendung von Prinzipien zur Erklärung der Erscheinungen, kann der Geistesthätigkeit eine bestimmte Richtung gegeben werden; durch diese Mittel haben wir wenigstens einige Gewalt darüber. Der Ideengang eines Menschen mag auf diese Weise zu verschiedenen Zwecken so oder anders geleitet werden, und diese Methoden mögen, je nach der Absicht, die man dabei hat, mehr oder weniger sinnreich erscheinen: allein in moralischer Hinsicht ist, wie mir Jedermann zugeben wird, diejenige Methode der Geistesdisciplin die vorzüglichste, welche die Naturerscheinungen mit beständiger Beziehung auf einen intelligenten Urheber auffaßt. Ist einmal diese Richtung unserm Gemüthe geläufig geworden, so ist ebendamit eine feste Grundlage für Alles gewonnen, was Religion heißt. Sofort erscheint die Welt als ein Tempel Gottes und das Leben selbst als ein ununterbrochener Akt der Anbetung. Während vorher der Gedanke an Gott selten in unsere Seele kam, können wir jetzt nichts mehr betrachten ohne Beziehung auf ihn. Jeder organische Naturkörper beurkundet in den für seine Erhaltung und Fortpflanzung getroffenen Vorrichtungen von Seiten des Schöpfers eine diesen Zwecken ausdrücklich gewidmete

Sorgfalt. Auf allen Seiten sind wir von solchen Körpern umgeben, deren nähere Untersuchung uns zu wundervollen Entdeckungen führt, deren Vergleichung uns eine nicht minder wundervolle Mannichfaltigkeit vor Augen stellt. Geist und Auge können somit entweder dieser Mannichfaltigkeit sich zuwenden, oder sich der gründlicheren Erforschung besonderer Zweige der Wissenschaft widmen. Im einen wie im andern Falle wird eine solche Beschäftigung unser Gemüth ganz anders stimmen, und einen viel tiefern Eindruck auf dasselbe machen, als wenn wir nur so im Allgemeinen einer ausgesprochenen Formel über das Daseyn Gottes beipflichten, womit sich viele Leute begnügen und womit wir gar oft uns selbst zufrieden geben. Namentlich wird unsere Bewunderung und Verehrung Gottes zu einem viel höheren Grade sich steigern, wenn wir durch eigenes Nachdenken und durch eigene Betrachtung das Wesen der Gottheit uns zu vergegenwärtigen streben, als wenn wir ohne Aufbietung eigener Kraft bloß den Worten Anderer horchen. Die Werke der Natur brauchen bloß angeschaut und beobachtet zu werden, um durch ihre Größe und ihre Fülle in Erstaunen zu setzen; denn am einen Ende der ungeheuren Reihe von Bildungen, die unser Geist durchlaufen kann, sehen wir, wie eine intelligente Kraft ein Planetensystem ordnete, und am andern, wie sie ein Häkchen bildete, mittelst dessen die Strahlen an der Feder eines Kolibri zusammenschließen. Wir haben Beweise, daß diese beiden Gebilde nicht nur Werke eines intelligenten Wesens, sondern desselben intelligenten Wesens sind; denn was Ersteres betrifft, so erkennen wir deutlich denselben Plan im ganzen Systeme und können ihn verfolgen vom fernsten Planeten bis auf unsere Erde, und auf dieser sodann offenbart sich uns deutlich der die ganze Reihe organischer Wesen umfassende Nexus, und so überzeugen wir uns, daß derselbe Geist all diese Gebilde geschaffen oder doch den allgemeinen Plan dazu entworfen hat.

Unter diesem furchtbar erhabenen Wesen leben wir, und unser Daseyn, unser Wohl ist in seiner Hand; Alles, was wir erwarten und hoffen, kommt von ihm. Und wir dürfen

deßhalb nicht bangen: in jedem Winkel der Natur, der unserer Forschung offen ist, sehen wir bis ins Kleinste hinab Alles mit Liebe und Sorgfalt bedacht. Die Gelenke an den Flügeln eines Ohrwurms, und die Glieder seiner Fühlhörner sind mit einer Genauigkeit ausgearbeitet, als ob der Schöpfer sonst nichts zu thun gehabt hätte. Nirgends bietet sich uns das geringste Anzeichen, daß um der Menge und Mannichfaltigkeit der Gegenstände willen dem Einzelnen geringere Sorge zugewendet wäre. So haben denn auch wir nicht zu fürchten, daß wir vergessen, übersehen oder vernachlässigt werden möchten. Dasselbe Wesen, welches das nur durch ein Mikroskop sichtbare Insekt schuf, und in diesem unsichtbaren Fleckchen ein System von Kanälen und andern Organen zum Behuf seiner Lebensfunktionen bildete, schuf auch die ungeheure Masse eines Planeten, der dreizehnhundertmal größer als unsere Erde ist, und hieß ihn die Sonne umkreisen; es schuf den Kometen, der die Welträume mit einer Geschwindigkeit durchzieht, die ihn in zwei Minuten rings um unsern Erdball führen würde, und wies ihm dabei eine Bahn an, die ihn erst in sechs Jahrhunderten um die Sonne führt.

Das Daseyn und das Wesen Gottes ist in jedem Betrachte der interessanteste Gegenstand menschlicher Spekulation. Der erste Schritt in derselben ist gethan, wenn wir zur Ueberzeugung gelangt sind, daß es in der Welt noch etwas Weiteres gebe, als was wir sehen. Ein zweiter Schritt ist die Erkenntniß, daß zum Unsichtbaren in der Natur ein Geist gehört, durch welchen alles in der Natur geschaffen, geordnet, erhalten wird. Haben wir einmal über diese Punkte mittelst der natürlichen Theologie eine feste Ansicht gewonnen, dann mögen wir die Lösung mancher andern Fragen, die sich auf die weitern Eigenschaften jenes Wesens als Urhebers aller Dinge und als moralischen Lenkers der Welt beziehen, ruhig der Offenbarung überlassen. Der echte Deist wird der erste seyn, der auf jede glaubwürdige Mittheilung göttlicher Wahrheit horcht. Nichts, was er aus der natürlichen Theologie gelernt, wird seiner Begierde nach weiterem Unterricht

Abbruch thun; er wird vielmehr willig seyn, denselben mit Demuth und Dankbarkeit aufzunehmen. Was er sucht, ist Licht, was ihn erfreut, ist Licht. Seine aufrichtige Verehrung des göttlichen Wesens wird ihn geneigt machen, die ernsteste Beachtung nicht nur Allem dem zu schenken, was ihn tiefer in die Geheimnisse der Natur und Schöpfung einzuweihen verspricht, sondern auch dem, was ihm durch eine Offenbarung verkündet wird, die sich durch unbestreitbare Merkmale als eine wahrhaft göttliche erwiesen hat.

Vor Allem aber gewinnt Ein wichtiger Glaubenspunkt, der allen Uebrigen Interesse und Wichtigkeit verleiht, durch den gewonnenen Glauben an Gott Halt und Festigkeit: die Lehre von der Fortdauer nach dem Tode. Die Sache dürfte als hoffnungslos erscheinen, hätten wir nicht eine Macht kennen gelernt, die einem solchen Werke gewachsen ist, die unter der Leitung eines intelligenten Willens steht, und das Innerste einer jeden Substanz durchdringt. Ich bin nicht im Geringsten der Meinung Jener, welche sagen, „es sey ein unglaubliches Ding, daß Gott die Todten auferwecken werde;“ ich behaupte aber, man müsse vor allen Dingen überzeugt seyn, daß ein Gott ist, in dessen Hand die Ausführung eines solchen Werkes steht. Sind wir erst hierüber mit uns im Reinen, dann scheint mir im weitern Verlaufe, so verborgen er uns ist, nichts zu liegen, was unsern Glauben daran zu erschüttern vermöchte. Man nimmt gewöhnlich an, diejenigen, welche die Thätigkeiten der Seele von der Organisation des Körpers ableiten, ja den Geist selbst als durch Organisation bedingt betrachten, müßten es noch schwerer finden als Andere, sich einen Uebergang vom Tode zu einem andern, selbstbewußten Zustande zu denken, weil ja die alte Organisation augenscheinlich zerstört wird. Allein ich sehe nicht ein, warum selbst die Anhänger dieser Meinung die Sache unmöglich finden sollten: stehen ja doch, selbst innerhalb ihrer Hypothese, einer solchen Umwandlung Analogien von Vorgängen zur Seite, die, wie wir ganz gewiß wissen, von der Gottheit vermittelt werden. Bei der gewöhnlichen Fortpflanzung der Thiere und

Pflanzen wird durch ein Theilchen, das in vielen Fällen über alle Berechnung klein ist, durch einen Dunst, durch ein Infinitesimalkörperchen die Organisation eines künftigen Körpers determinirt; von einem solchen Theilchen hängt es ab, ob das künftige Produkt eine Pflanze, ein unvernünftiges oder ein vernünftiges Geschöpf, eine Eiche, ein Frosch, oder ein Philosoph seyn wird. Dieses Theilchen, aus welchem in Zukunft eine vollständig organisirte Natur hervorgehen soll, verdankt seinen eigenen Ursprung einem Körper, der früher da war, und obgleich seine Organisation (wie namentlich bei den Pflanzen sichtbar ist) innerhalb jenes Körpers, und vermittelst jenes vorher dagewesenen Organismus begann und bis zu einem gewissen Grade fortgeführt wurde, so geht es dennoch nicht unter und wird nicht zerstört, wenn auch jener frühere Organismus gänzlich sich auflöst, sondern im Gegentheil, es wird gerade hiedurch oft in seiner Entwicklung gefördert; es überdauert alle Veränderungen, die seine bisherige Umhüllung erleidet, und beginnt selbstthätig zu seyn, sobald der Zweck, um dessen willen es geschaffen ward, es erfordert. In dem angegebenen Falle verfolgte nun die Natur den Zweck, eine gewisse Organisation von einem Individuum auf ein anderes überzutragen; dieser Oekonomie analog läßt sich nun eine denken, wodurch sie eine gewisse Organisation aus einem gewissen Zustande in einen andern Zustand versetzt, und die Anhänger jener Ansicht, die den Gedanken für ein Produkt der Organisation erklärt, dürften durch diese Analogie befriedigt werden und ihren Scrupeln entsagen; denn irgend ein Vorgang, durch welchen auf einen andern Zustand eine ähnliche Organisation übergetragen würde, wäre ganz nach ihrem Sinne, weil ja, nach ihrer eigenen Theorie, die Organisation das Vehikel des Selbstbewußtseyns wäre, und weil Selbstbewußtseyn, trotz aller Veränderung der Form oder der sichtbaren Qualität, Identität und Individualität bedingt.

Einer richtigeren Philosophie scheinen mir diejenigen zu huldigen, welche die geistigen Thätigkeiten einer von der Materie wesentlich verschiedenen Substanz zuschreiben; in der

That zeigen auch diese Thätigkeiten, wenn auch materielle Ursachen Einfluß auf sie üben, sehr wenig Verwandtschaft mit den uns bekannten Eigenschaften der Materie, und die Anhänger dieser Lehre brauchen die eben angeführten Schlüsse und Analogien nicht, wenigstens nicht in demselben Grade.

Wird endlich der Einwurf gemacht, die Schwäche und Beschränktheit der menschlichen Vermögen in unserem gegenwärtigen Zustande scheine sich mit dem erhabenen Loose, auf das uns die Religion in einer künftigen Zeit hinweist, schwer zu vertragen, so frage ich, ob wohl einer, der ein Kind zwei Stunden nach seiner Geburt sieht, sich denkt, daß es einst die Infinitesimalrechnung verstehen werde, oder ob er dann sagen kann, welcher Entwicklung seiner Kräfte, welcher Erweiterung seiner Sphäre, welcher Vervollkommnung der Geist, er mag constituirt seyn wie er will, fähig wäre, wenn er in eine neue Welt versetzt und mit einem nächsten Organ, einem Sensorium ausgerüstet würde, das, wie es denn nicht anders denkbar ist, gerade wie unsere gegenwärtigen Sinne, auf die Perception der ihn dann umgebenden Materie und ihrer Eigenschaften berechnet wäre?

Die uns mit Schauer erfüllende, aber, wir glauben es gewiß, verherrlichende Umwandlung unserer Natur legen wir in die Hand eines weisen, mächtigen Wesens, des Herrn der Schöpfung, welcher in der uns umgebenden Natur für unendlich mannichfaltige Zwecke unendlich mannichfaltige Mittel zu finden wußte. Welches Loos er seinen, sittlicher Vervollkommnung fähigen und vor ihm verantwortlichen Geschöpfen zudenkt, durch welche Mittel er seinen Plan vollführt, das ist seine Sache; an uns ist es, zu hoffen und uns vorzubereiten, mit der festen Ueberzeugung, daß wir lebendig und todt in seiner Hand stehen.

Anhang.

Erläuterungen und Zusätze

von

Charles Bell,

Professor zu Edinburgh.

I.

Allgemeines über den Mechanismus des Körpergerüstes.

(In Bezug auf Kapitel 1 und 2 des Textes.)

Paley's Darstellung in den beiden ersten Kapiteln seines Werkes ist bei hoher Einfachheit äußerst kraftvoll und scharfsinnig. Was aber das von ihm gewählte Beispiel betrifft, so hätten wir doch den schöpferischen Plan, wie er im thierischen Bau sich offenbart, und den bloßen Mechanismus in den mühseligen, mangelhaften Werken der Menschenhand nicht so geradezu dicht nebeneinander stellen mögen.

Eine Vergleichung zwischen beiden läßt sich immerhin anstellen: bei rascher, oberflächlicher Betrachtung des thierischen Körpers mag man an einen Apparat von Hebeln, Rollen und Stricken denken, und die Vergleichung mit Feder, Trommel, Schnecke, mit den Rädern und dem Zahnwerk einer Uhr bietet sich sofort von selbst dar. Dringt man aber weiter in das Gewebe der Thierkörper ein, vergleicht man namentlich die Thiere unter einander, z. B. den so einfachen Bau der niedrigsten Geschöpfe mit dem höchst zusammengesetzten höherer Thiere, so zeigt sich, daß die auf den untersten Stufen der Reihe stehenden Thiere so einfach sind, daß sie fast völlig homogen erscheinen, und doch beobachten wir auch hier Leben, Empfindlichkeit, Beweglichkeit. Bei den höheren Thieren unterscheiden wir Organe mit bestimmten Funktionen und mit verwickelter mechanischer Anordnung. Die kunstreichen

Mechanismen namentlich, welche sich am menschlichen Körper so augenfällig darbieten, sind nichts anders, als die Mittel, wodurch ein geistiges Prinzip auf die materielle Welt ringsum einwirkt und sie beherrscht.

Wir machen auf diesen Punkt gleich hier aufmerksam, weil manche Schriftsteller diesen verwickelten Mechanismus und das Prinzip des Lebens selbst zusammenwerfen, indem nach ihrer Ansicht das Leben diesen Mechanismus zum nothwendigen Begleiter, ja gar zum Prinzip hat, während sein Daseyn doch nur durch die Nothwendigkeit bedingt ist, auf Dinge außerhalb des Körpers einzuwirken oder Eindrücke von ihnen zu empfangen, eine Nothwendigkeit, die sich mit unserer Existenz in einer materiellen Welt von selbst ergibt.

War einmal der Mensch, als intelligentes, selbstthätiges Wesen, in diese Welt der Materie gesetzt, so mußte er auch Eigenschaften haben, die mit dieser Materie in Relation standen. Die Existenz der Materie setzt die Thätigkeit gewisser Kräfte voraus: vorerst die gegenseitige Anziehung und Abstoßung der kleinsten Theile der Körper. Körper, welche durch die Wirkung dieser Kräfte auf ihre Atome gebildet sind, müssen schwer seyn, und müssen mechanische Eigenschaften besitzen. Dasselbe gilt vom lebenden Körper, abgesehen von seinen eigenthümlichen Eigenschaften, und so muß er mit den ihn umgebenden festen, flüssigen, gasförmigen Körpern, mit Wärme, Licht, Elektricität oder Galvanismus in bestimmtem Rapport stehen. Ohne dies fehlte es an einem Impulse für das geistige Prinzip, könnte dieses auf die materielle Welt nicht einwirken, in keinen Verkehr mit ihr treten. Der ganze Körper muß gravitiren, muß schwer seyn; ohne dies könnte er weder fest stehen, noch Kraftäußerungen auf fremde Körper ausüben; ohne dies hätte alle Muskelkraft, und was mit ihr zusammenhängt, zu nichts gedient. Wie aber Kraftäußerung dem Körper nur durch Schwere möglich wird, so mußte er auch mechanisch gegliedert seyn, und zwar mußte er vor Allem eine allgemeine Stütze, ein Knochengerüste haben, und betrachten wir die Knochen, welche die Länge und den Umriß

des Körpers bestimmen, so sehen wir, wie jede Säule (als eine solche mag der Knochen zu allererst betrachtet werden) aufs Genaueste sowohl nach der senkrechten Last, die sie zu tragen, als nach dem seitlichen Druck, den sie bei den Bewegungen des Körpers auszuhalten hat, berechnet ist.

Auch als Hebel sind die Knochen streng nach mechanischen Grundsätzen gebaut, und während diese Knochen dem ganzen Körper Festigkeit und Halt zu geben haben, berührt doch — eine bewundernswürdige Einrichtung — niemals einer den andern: eine feine elastische Substanz, Knorpel, legt sich immer zwischen zwei Knochenenden, und hiedurch bekommt das ganze Körpergerüste einen sehr bedeutenden Grad von Elastizität. Ohne solche Elastizität müßte sich bei jeder gewaltsamen Bewegung der Stoß selbst den zarteren Gebilden in den Höhlen des Körpers mittheilen, und ohne jene Vorrichtung müßte jedes Gelenk knarren, wenn sich die Knochenenden aufeinander reiben.

Die Knochen sind vom Fleisch, d. h. von den Muskeln umhüllt. Die Muskelsubstanz ist ein eigenthümliches faserigtes Gewebe, dem allein unter allen Körpertheilen die ganz eigenthümliche Kraft zukommt, sich zusammenzuziehen, und diese Kraft ist gemeint, wenn in der Wissenschaft von Reizbarkeit die Rede ist. Die Zusammenziehung des Muskels steht mit der Ursache, welche sie jedesmal hervorruft, so wenig in Proportion als die Kraft, womit das Pferd sich und den Reiter vorwärts wirft mit dem Spornstreich an seine Seite, diesen als mechanischen Stoß betrachtet. Jeder Muskel am Körper — und ihrer sind nach der gewöhnlichen Zählungsweise Hunderte — ist isolirt, und keinerlei Bewegung pflanzt sich vom einen auf den andern fort; sie sind vollkommen geschiedene Bewegungswerkzeuge. Die Muskeln umhüllen die Knochen und sind so trefflich vertheilt, daß bei jeder, uns völlig geläufigen Bewegung der Glieder ihrer Hunderte genau im rechten Maaß zusammenwirken, um die einfachste Veränderung in der Stellung des Körpers hervorzubringen.

Jede Muskelfaser, und ein Muskel mag ihrer Millionen

enthalten, ist dergestalt an die Sehne befestigt, daß sich die ganze Kraft in ihr concentrirt, und die Sehnen leiten sofort, gleich Stricken, die Kraft der Muskeln zu den Knochen über. Die Knochen sind nur passive Hebel, was den Körper in Bewegung setzt, sind die Muskeln.

So verworren nun diese Muskelsehnen hin und herlaufen und sich mit einander kreuzen, so sind sie doch streng nach mechanischen Grundsätzen gelagert. Wo es nothwendig ist, laufen sie durch Scheiden, oder werden durch seitliche Befestigung mittelst Bändern anders gerichtet; ein andermal laufen sie über glatte, schlüpfrige Rollen weg, und wo starke Reibung statt findet, eine Vorrichtung angebracht ist, die ganz die Wirkung hat, wie unsere Friktionswalzen.

Die Knochen sind also Hebel mit höchst kunstreich eingekerbten und zusammengefügten Enden, und stellen, in Verbindung mit dem verwickelten System der dazugehörigen Muskeln und Sehnen, einen großartigen, völlig durchgebildeten Mechanismus dar.

Mit diesen Geweben nun, den plumpsten, rohesten am thierischen Körper, hat es unser Verfasser zu thun, wenn er in seinen ersten Kapiteln den Körper mit einem gewöhnlichen mechanischen Kunstwerk vergleicht. Während aber einerseits diese gröbern Körpergebilde als Mechanismen auf einer Stufe stehen, die der Mensch mit allem seinem Scharfsinn bei seinem Maschinenwerk nie erreichen kann, muß man andererseits wohl bedenken, daß sie mit den feinern Organen des Körpers gar nicht zu vergleichen sind; wie z. B. mit dem Bau der Nerven, mittelst welcher der Wille des geistigen Prinzips den Bewegungsorganen überliefert wird, oder der Blutgefäße, bei welchen sich die Grundsätze der Hydraulik so schön angewendet finden, oder endlich der absondernden Drüsen, in denen nach Einigen etwas dem galvanischen Prozesse Aehnliches vorgehen soll, nur mit einem feineren Apparat als Platten und Tröge.

Wollten wir aber auch zwischen menschlichen mechanischen Kunstwerken und diesen eben genannten feinern Mechanismen

des thierischen Körpers Vergleichungen anstellen, so dürfen wir dabei nicht vergessen, daß es im Körper noch weit bewundernswürdigere Bildungen gibt, wie wir im Verlauf dieser Bemerkungen zu zeigen häufig Gelegenheit haben werden. Die Sinnorgane, welche ebenso viele Vermittler zwischen den Eigenschaften der Materie außer uns und den entsprechenden Sensationen sind, werden uns reichen Stoff zur Betrachtung bieten und uns noch bündigere Beweise von Plan und Absicht in der Bildung des menschlichen Körpers an die Hand geben, und zwar nicht allein in Bezug auf das System dieses Körpers selbst, sondern auch sofern er einen Theil des Weltsystems bildet.

II.

Von der mechanischen Kunst im Bau des thierischen Körpers.

Alle Thierkörper bedürfen, neben den Bildungen, welche als die Träger ihrer eigentlichen Lebensfunktionen erscheinen, eines festen Gewebes. Ohne ein solches hätte die Pflanzenwelt keine charakteristischen Umrisse, die Thiere aber entbehrten des Schutzes, dessen ihre zartern Organe bedürfen, und vermöchten sich nicht auf ihren Gliedern zu bewegen. Wir wollen nun im Folgenden zeigen, mit welch trefflicher Kunst in den verschiedenen Klassen organischer Wesen dieser feste Stoff aufgebaut ist, bald, wie bei der Schaale, um die Organe zu schützen, bald, wie beim wahren Skelet, um ihnen feste Gestalt und Beweglichkeit zu geben.

Bei Pflanzen wie bei Thieren braucht es ein festes Material, um die Theile zu stützen, welche als die wahren Lebensorgane ihres Systems erscheinen. Die sogenannte Holzfaser ist ein dünner, elastischer, halbdurchsichtiger Körper, ein Faden, und viele dicht zusammengedrängte Fäden oder Fasern dieser Art bilden den festen Theil des Holzes. Am besten erkennt man die Bestimmung der Holzfaser an den Blättern: wird ein Pflanzenblatt im Wasser der Fäulniß ausgesetzt, und werden, wenn es gehörig macerirt ist, die weichern Theile abgewaschen, so bleibt ein zierliches Holzskelet zurück, welches den Umriß des Blattes darstellt und trefflich darauf berechnet ist,

seiner zarten Organisation als Stütze zu dienen. Ganz dieselbe Substanz gibt, dicht zusammengedrängt, den Wurzeln und Aesten der Eiche Form und Festigkeit, und so phantastisch unregelmäßig diese wachsen, so herrscht doch dabei durchaus ein mechanisches Prinzip, und beim sogenannten Knieholz ist es, gerade wie beim zarten Skelet der Blätter, auf Stärke abgesehen. Die Holzfaser hat zwar mit den eigentlichen Lebensverrichtungen des Baums unmittelbar nichts zu schaffen, allein sie ist insofern ganz wesentlich, als sie Zweige und Blätter dem Einfluß der Luft darbietet, und dadurch, daß sie sich unter dem Winde elastisch beugt, gleichsam ein Aequivalent für die Ortsbewegung der Thiere darstellt und dadurch die Bewegung des Saftes befördert. Ein dem Winde und einem strengen Klima ausgesetzter Baum ist derb in seinem Korn und der Handwerker zieht sein Holz einem in milderem Klima aufgewachsenen vor.

Die Analogie zwischen der Holzfaser und den Knochen der Thiere ist augenfällig. Die Knochen sind fest, um das Gewicht des Körpers zu tragen und ihm seinen Umriß zu geben. Sie artikuliren untereinander und bewegen sich durch Muskelwirkung, und diese Bewegung fördert die Thätigkeit gesammter Organe und ist zur Erhaltung der Gesundheit nothwendig. Doch betrachten wir zuvor den Bau einiger niedrigen Thiere. Aeußerst interessant ist es, zu verfolgen, wie das harte Material zwar überall vollkommen zweckgemäß gestaltet und gelagert ist, aber in seinem mechanischen Bau immer mehr gegliedert wird, je weiter man in der Thierreihe aufwärts steigt, von den Lithophyten, den Schaalthieren und Krustenthieren an, durch Fische, Reptilien, Vögel, Säugethiere herauf bis zum Menschen.

Der harte Stoff in den Schaalen der Muschelthiere ist kohlensaurer Kalk, verbunden mit einer häutigen und knorpligten thierischen Materie. Nach unsers Verfassers Beschreibung soll der Schleim der Schnecke durch den Einfluß der Luft zu Schaalensubstanz verhärten: dies ist aber eine

beschränkte, ja irrige Auffassungsweise. Die Schaale der Auster, ja selbst die Perle besteht aus concentrischen Schichten von Haut und kohlensaurem Kalk, und von diesem blättrigen Bau rührt das hübsche Farbenspiel an den glatten Flächen der Muschelschaalen her. An der rauhen Außenseite einer Austerschaale können wir die verschiedenen Schichten deutlich unterscheiden. Was jetzt den Mittelpunkt und die äußerste Convexität der Schaale bildet, reichte in der frühern Lebenszeit des Thiers zu seiner Bedeckung hin. Im Fortgange des Wachsthums sondert nun aber die Oberfläche des Austerthiers beständig thierische Materie und kohlensauren Kalk ab, die sich an die bereits vorhandene Schaale anlegen und an ihren Rändern vorstoßen. Auf diese Weise bleibt nicht nur das Thier fortwährend bedeckt, sondern mit seinem Wachsthum wird die Schaale durch die nachtreibenden Schichten immer dicker und stärker.

Der Leser wird es uns Dank wissen, wenn wir ihn hier gelegentlich darauf aufmerksam machen, wie diese so rauh und plump erscheinende Bedeckung der Auster nicht nur dem Thier vollkommenen Schutz gewährt, sondern eben so kunstreich auf die Art und Weise, wie das Thier athmet und seine Nahrung findet, berechnet ist, als irgend eine Vorrichtung bei einem höhern Thiere. Der Fischhändler legt die Austern immer mit der flachen Schaale aufwärts; thut man dies nicht, so sterben sie. Um zu athmen und Nahrung einzunehmen, muß das Thier seine Schaale öffnen, und es nimmt dadurch immer eine frische Portion Wasser in die Höhlung seiner untern Schaale auf; öffnet es die Schaale nicht, so kann auch das Wasser nicht durch seine Kiemen strömen, noch Bestandtheile zu seiner Ernährung abgeben. So, mit der Wölbung nach unten, liegen die Austern in ihren natürlichen Lagerstätten; lägen sie auf der flachen Seite, so könnten sie keine frische Nahrung, d. h. Wasser, in den Becher ihrer Schaale aufnehmen, und öffnete sich die Schaale bei der Ebbe, wo sie bloßgelegt werden, so flöße vollends alles

Wasser aus und ließe die Thiere trocken, so daß sie weder athmen könnten, noch Nahrung hätten. *

Wir sehen somit, daß die Form der Austerschaale, so plump sie erscheint, keineswegs eine willkührliche, zufällige ist. Da die Schaale nach den Umrissen des Körpers des Thiers gemodelt ist, so mußten die weichen Theile ihre eigenthümliche Gestalt früher haben als die Schaale, und jene war daher voraussichtlich auf letztere berechnet.

Die Schaale ist nicht lebendig, wie der wahre Knochen. Zerbricht die Schaale eines Muschelthiers, so sondert die Oberfläche des Körpers eine neue Schaale ab; keineswegs verhärtet aber dabei bloß der Schleim, sondern es ist eine ganz regelmäßige Secretion einer aus erdigtem und gelatinosem Stoff bestehenden Substanz. ** Legt man Muschelschaalen in verdünnte Salpetersäure, so erweist sich der erdigte Stoff der Schaale als kohlensaurer Kalk, und wenn dieser in der Säure aufgelöst ist, so bleibt eine gelatinose Substanz mit dem Umriß der Schaale zurück.

Bei den Krustenthieren, wie Krebsen und Krabben (siehe S. 217), sind die Schaalen aus denselben Substanzen gebildet, wie bei den Muscheln, nur kommt bei ihnen zum kohlensauren Kalk noch phosphorsaurer hinzu. Eine Streitfrage ist: wie wachsen diese Thiere? Sie sollen ihre Schaale abwerfen und sich verstecken, bis sich eine neue Schaale gebildet hat, und Reaumur beschreibt ganz genau, wie der Prozeß der Trennung beim Bachkrebs vor sich geht. Aber kein Naturforscher hat noch solche abgeworfene Schaalen

---

* Dieser Umstand gibt dem Geologen, wenn er Muscheln in Schichten aufgeschwemmten Landes findet, einen deutlichen Fingerzeig, ob die Muscheln in ihren natürlichen Lagerstätten bedeckt, oder aber vom Wasser fortgeführt wurden und als bloße Schaalen in den Boden kamen.

** Wir verdanken unsere Kenntniß von der Bildung der Muschelschaale dem Franzosen Reaumur; er erwies durch sinnreiche Versuche den Unterschied zwischen Schaale und Knochen, und zeigte, daß erstere von der Oberfläche des Thiers abgesondert wird.

gefunden. Werden sie nun wirklich nicht abgeworfen, so müßte sich zu bestimmter Jahreszeit die Schaale dergestalt erweichen, daß sich der davon umschlossene Körper rasch ausdehnen könnte; es wäre aber schwer zu sagen, durch welchen Lebensprozeß eine solche Schaale weich und dehnbar gemacht werden könnte. Daß wir in unsern Sammlungen keine dergleichen Schaalen von Krustenthieren haben, rührt wohl daher, daß sie nicht auf einmal abgeworfen werden, sondern daß die einzelnen Stücke sich nach und nach ablösen. Die Krusten dieser Thiere nähern sich den eigentlichen Knochen insofern, als die Schaale gegliedert ist und nach einwärts vorspringende Fortsätze hat, an die sich die Muskeln befestigen.

Das feste Material beim eigentlichen Knochen besteht aus phosphorsaurem Kalk, und dieser erdige Stoff ist nicht bloß mit Knorpel oder Gelatina verbunden, sondern Häute und Gefäße sind wesentliche Bestandtheile des Knochens. Der Knochen ist keine Excretion, kein Ausstoß des thierischen Körpers, sondern ist im Gegentheil ganz den Gesetzen unterworfen, welche den belebten Stoff regieren. In ihm geht durch die Vermittlung von Blutgefäßen und Saugadern ein beständiger Absorbtions- und Assimilationsprozeß vor sich, und somit hält sein Wachsthum mit dem der weichen Theile gleichen Schritt.

Bei den Fischen, welche in einem Elemente leben, das ihr Gewicht trägt, schlägt in der Zusammensetzung der Knochen der elastische Knorpel stark vor, und ihrer viele haben so wenig phosphorsauren Kalk in ihren Knochen, daß sie deßhalb Knorpelfische heißen. Bei den höhern, auf dem Lande lebenden Thierklassen sind in den verschiedenen Knochen nach fein abgewogenem Verhältnisse erdiger Stoff, Knorpel und Fasern dergestalt gemischt, daß sie genau den gehörigen Grad von Widerstandsfähigkeit, Elasticität und Zähigkeit erhalten. Nicht nur sind bei jeder Thierklasse die Ingredienzien der Knochen in eigenthümlichem Verhältnisse gemischt, jeder einzelne Knochen am Skelet enthält gerade soviel erdigen Stoff, Knorpel und Faserstoff, als seine besondere Verrichtung

erfordert. So ist beim Menschen das Schläfenbein, in welchem das innere Ohr liegt, so fest als Marmor (es heißt deßhalb os petrosum) und dient somit trefflich, die Schallschwingungen fortzupflanzen; das Fersenbein dagegen und der hintere Fortsatz des Ellbogenbeins, auf welche sehr kräftige Muskeln wirken, sind fasrigt und nähern sich in ihrem Bau den Sehnen; die Röhrenknochen, welche das Gewicht des Körpers tragen, haben einen mittlern Grad von Dichtigkeit, sind aber dabei bewundernswürdig gebaut, wie wir bald sehen werden.

Betrachten wir den Bau, das Wachsthum und das Abfallen des Hirschgeweihs, als ein merkwürdiges Beispiel, wie rasch Knochensubstanz wachsen kann und zu welch eigenthümlichen Zwecken sie verwendet wird. Zuerst drängt sich hier die Frage auf, warum diese Geweihe abfallen, und zwar zu einer bestimmten Jahreszeit? Der Vieh- und Pferdezüchter sucht die ihm schätzbaren Eigenschaften seiner Thiere durch künstliche Kreuzung fortzupflanzen: die Natur erreicht ihren Zweck, indem sie nur das kräftigste Thier zur Zeugung zuläßt.

Am Geweih des in der Reife des Alters und der Kraft befindlichen Hirsches wachsen Enden und Schaufeln am längsten und derbsten aus, und mit der Entwicklung des Gehörns nimmt auch die Kraft des Halses und der Schulter zu.* Es kann somit nicht Wunder nehmen, daß der Hirsch, der das mächtigste Geweih trägt, im Kampf mit seinen Nebenbuhlern obsiegt und sich zum Oberhaupte des Rudels macht. Nach der Brunst fallen die Geweihe ab, und dann sehen wir den Hirsch mit den andern Männchen, die er zuvor in die Flucht geschlagen, friedlich weiden. Doch dem sey wie ihm wolle, das Wachsen und Abwerfen des Geweihs ist eine höchst merkwürdige Erscheinung, die nähere Betrachtung verdient.

Das Hirschgeweih ist wirklicher Knochen und bildet sich

---

* Die Kopfschlagader nimmt während des Wachsthums der Geweihe rasch an Umfang zu.

wie ein im Innern gelagertes Organ, d. h. es hat während seines Wachsthums eine Hülle. Es entspringt der äußern Schädelfläche, zugleich aber breitet sich von der Hautbedeckung des Kopfes ein weicher, gefäßreicher, sammtartiger Ueberzug darüber, so daß das Horn, so lange es wächst, in einer saftreichen Hülle steckt, durch die ihm die Elemente des Wachsthums zugeführt werden. Ist nun aber das Geweih vollkommen ausgewachsen, so wird jener Sammtüberzug durch einen höchst merkwürdigen Prozeß entfernt. An der Wurzel des Geweihs, dicht am Schädel, bemerkt man einen Ring von Auswüchsen, der Kolbenansatz genannt; zwischen diesen Auswüchsen laufen die Hauptgefäße durch, und im Maaße, als die Auswüchse größer werden, umgeben sie die aufsteigenden Blutgefäße, drücken sie zusammen und lassen am Ende kein Blut mehr nach dem Geweih durch; die Anfangs sehr blutreiche Haut wird nun unempfindlich, todt, der Hirsch reibt sie mit der Zeit ganz ab, und das Geweih ist nun vollkommen fertig. Jetzt sucht der Hirsch in der Tiefe des Forstes die Kuh auf, und jetzt entstehen gewaltige Kämpfe, wenn er mit seinen Nebenbuhlern zusammentrifft. Sie stürzen wüthend auf einander los, ruhen gar nicht aus, und werden in wenigen Wochen ganz erschöpft. Im Londoner chirurgischen Museum befinden sich zwei prächtige, völlig ineinander verwickelte Geweihe; sie gehörten zwei Hirschen an, die so heftig gegeneinander angerannt waren, daß sie ihre Geweihe nicht mehr auseinander bringen konnten; so seltsam gefesselt, starben sie Hungers und wurden todt gefunden. Der Hirsch ist in Hinsicht auf Kraft zu verschiedenen Jahreszeiten sich selbst ganz ungleich; auch seine Nahrung ist verschieden: zu einer Zeit frißt er lieber Ginster und Heidekraut, in einer andern Periode geht er dem Unterholz, Kornfeldern und Quellen nach, und diese Triebe stehen mit den Graden seiner Kraft und Fettigkeit und mit seinen Leidenschaften im genauesten Zusammenhang. Nach der Brunst sehen wir ihn wieder im Unterholz friedlich mit seinen frühern Rivalen weiden, und jetzt geht an der Wurzel der Gewichte ein Absorbtionsprozeß

vor sich, und sie werden obgeworfen; manchmal aber bleibt das eine bedeutend länger stehen als das andre, und man hat die Beobachtung gemacht, daß die ältesten, stärksten Hirsche die Geweihe am frühesten abwerfen. Merkwürdig ist nun hier, wie, in Folge der Auffaugung an der Wurzel des Gewichts, jetzt ein unbedeutender Stoß einen Körper ablöst, der zuvor der vereinten Kraft der zwei kämpfenden Hirsche Widerstand leistete. Wer kann hienach zweifeln, daß die Bestimmung der Geweihe nur eine temporäre ist, da sie den größern Theil des Jahrs über entweder ganz fehlen, oder erst in der Entwicklung begriffen und empfindlich sind? Die Natur hat sie nur zu Waffen in dem Kampfe bestimmt, der den Stärksten zum Herrn des Rudels machen soll.

Wir wenden uns nun zu der Knochenbildung bei den höhern Thieren und beim Menschen. Daß die im Thierkörper zu innerst gelagerten Knochen aufs vollkommenste gebildet sind, und in ihrem Bau Stärke und Leichtigkeit vereinigen, wird uns nicht wundern, da wir beim geringsten Gewächse dasselbe beobachten.

Ein Schilfrohr, eine Federspule und ein Knochen beweisen gleich gut, daß in den Werken der Natur Stärke und Festigkeit mit dem möglich kleinsten Aufwand von Material erzielt ist. Die langen Knochen der Thiere sind größtentheils hohle Cylinder, mit einer ausnehmend leichten Substanz, mit Mark gefüllt, und bei den Vögeln ist der Zweck noch durch künstlichere Mittel erreicht, wenn man sich überhaupt so ausdrücken darf. Jedermann muß schon die Bemerkung gemacht haben, daß bei den Vögeln das Brustbein sich längs des ganzen Körpers erstreckt, und daß der Körper im Verhältniß zu seinem Gewicht sehr groß ist; dieser Bildung liegt die Absicht zu Grunde, das Geschöpf spezifisch leichter und zum Fluge in der Luft tauglicher zu machen, und zugleich den gewaltigen Flugmuskeln eine entsprechende Fläche zum Ansatz darzubieten. Diese Verbindung von Leichtigkeit mit größerem Volumen wird dadurch gewonnen, daß durch den Körper Luftcellen verbreitet sind, welche durch Kanäle mit der Lunge

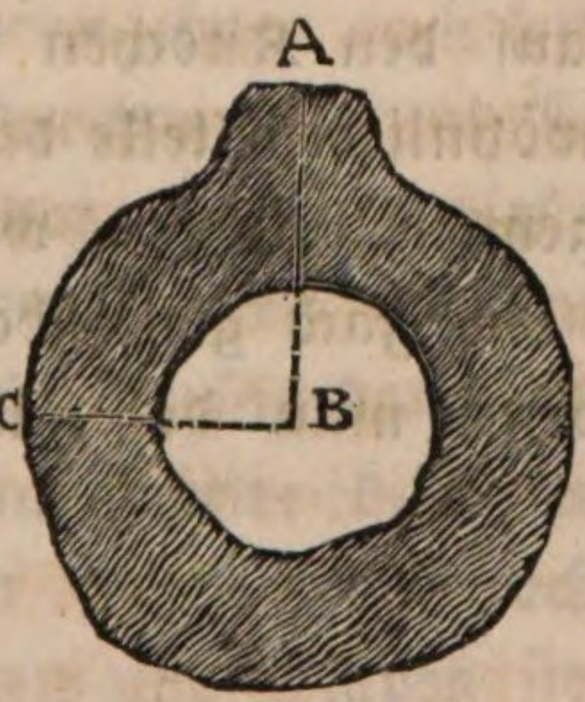
und mit den Höhlungen der Knochen kommuniciren. Dadurch werden die Knochen der Vögel, so groß und stark sie sind, um den Zug kräftiger Muskeln auszuhalten, bedeutend leichter als die Knochen der Säugethiere.

Die Abbildung stellt den Durchschnitt eines Schenkelbeins vor. Man sieht, daß das Mittelstück des Knochens, sein sogenannter Körper, hohl ist; das obere und untere Ende ist celligt. B ist der Schenkelkopf, der mit dem Becken artikulirt, C der große Trochanter oder Rollhügel, an den sich die großen, am Becken gelagerten Muskeln befestigen, D die Gelenkfläche, auf der das Schenkelbein mit dem Schienbein artikulirt.

Die langen Knochen des menschlichen Skelets sind hohle Röhren und heißen deßhalb cylindrische Knochen, obgleich sie nicht vollkommene Cylinder sind; warum nicht, werden wir sogleich sehen und dann auch zeigen, daß ihre unregelmäßige Bildung keineswegs zufällig ist, wie man sich schon eingebildet hat. Zuerst aber wollen wir auseinandersetzen, welcher Vortheil bei der Bildung der Knochen durch ihre cylindrische oder beinahe cylindrische Gestalt gewonnen wird. Wenn ein Stück Holz, das frei auf seinen beiden Enden ruht, eine Last trägt, so tragen dazu seine verschiedenen Theile durch verschiedene Eigenschaften bei. Man denke sich das Holzstück horizontal in drei gleiche parallele Theile getheilt: der oberste Theil trägt die Last durch seine Festigkeit und seinen Widerstand gegen den Druck, der unterste Theil dagegen widersteht

vermöge seiner Zähigkeit oder Adhäsion. Zwischen diesen in so verschiedener Weise wirkenden Abschnitten liegt in der Mitte ein neutrales Stück, das man wegnehmen kann, ohne die Tragkraft des Holzes materiell zu schwächen, und daraus ergibt sich, daß der hohle Cylinder die Form ist, welche die stärkste Tragkraft besitzt. Einen Beweis für das Gesagte gibt uns namentlich auch ein umgerissener Baumstamm: gegen den Wind klafft der Bruch; an dieser Stelle ist das Holz auseinandergerissen worden, wie ein Strick; vom Wind abwärts sind die Holzfasern zersplittert, der mittlere Theil aber ist gebogen. Wir sehen auch gleich, warum der Bogen so große Tragkraft besitzt: denkt man sich das oben angeführte Holzstück in Gestalt eines Bogens und an den Enden unterstützt, so trägt es in seiner ganzen Dicke, im Mittelpunkt, wie oben und unten, die Last dadurch, daß es dem Druck Widerstand leistet.

Doch es läßt sich noch viel weiter ausführen, wie die Knochen auf Tragkraft berechnet sind. Wird der Theil des Cylinders, auf dem der Druck lastet, dichter gemacht, so steigert sich die Widerstandsfähigkeit bedeutend; erhält dagegen die gegenüberliegende Seite einen sehnigten, d. h. zähen Ueberzug, so wird dadurch der Theil verstärkt, welcher der Dehnung und Zerrung Widerstand leistet, und eine Vorrichtung der letztern Art bemerken wir wirklich an den zähen Bändern, welche längs der Rückenwirbel herablaufen.



Die Figur stellt den Querdurchschnitt einer Knochenröhre vor: man sieht, sie ist ganz nach dem Prinzip des Cylinders gebaut, d. h. das Material ist um den Mittelpunkt ganz

entfernt und im Umkreis angehäuft. Nun sehen wir aber bei A einen Vorsprung, wodurch der Umriß unregelmäßig wird. Dieser Vorsprung ist der Durchschnitt einer Gräthe, die der Länge nach am Knochen herabläuft, und diese Gräthe zeigt sich in ihrer Textur so hart wie Elfenbein; an dieser Stelle widersteht also der Knochen dem Druck weit kräftiger als am übrigen Umfang des Cylinders, der aus gemeiner Knochensubstanz besteht. Damit erklärt sich auch die Bedeutung der Gräthe, und Anatomen, welche sich einbilden, der Knochen werde durch den Druck und Zug der Muskeln geformt, oder die Gräthe sey gar ein rein zufälliger Vorsprung, irren sich gewaltig. Im Gegentheil wird dadurch der Knochen in der Richtung, in der die Last wirkt, verstärkt. Nehmen wir den Versuch mit dem Holzstück wieder auf, so werden wir sogleich sehen, warum die Gräthe härter ist als der übrige Knochen. Nimmt man aus der obern Fläche des Holzes ein Stück heraus und fügt in die Lücke härteres Holz, so wird dadurch die Widerstandsfähigkeit vermehrt. Und nach dieser Erfahrung sehen wir nun, wie jene Knochengräthe darauf berechnet ist, dem Druck zu widerstehen: einmal ist sie weiter vom Mittelpunkt des Cylinders weggerückt * und zweitens ist sie dichter als der übrige Knochen.

Betrachtungen wie diese geben der sonst so trockenen Osteologie eigenthümliches Interesse. Der Anatom kann auf diese Weise nach der Form einer Knochengräthe die Bewegungen des Glieds, die auf den Knochen wirkenden Kräfte, die Beschaffenheit und gewöhnliche Stelle des Bruchs ausmitteln; wer sich aber nur allgemein belehren will, dem wird durch diese Auffassungsweise ein Fach genießbar gemacht, das ohne alles Interesse ist, wenn man die „Unregelmäßigkeiten der

---

* Da die Linie A B länger ist als B C, d. h. A weiter vom Mittelpunkt B entfernt als C, so ist nach den Gesetzen des Hebels der Widerstand gegen einen Querbruch in der Richtung von A B größer als in der von B C.

Knochen“ als zufällige Folgen des vom Muskelfleisch ausgeübten Drucks betrachtet.

Wir sprechen hier zwar rein von mechanischen Verhältnissen; es führt uns aber wohl nicht weit von unserm Gegenstande ab, wenn wir bemerken, daß bei Menschen von zartem Bau und unthätiger Lebensweise die Knochen weich, dünn und leicht sind; daß dagegen die für unsere Sicherheit besorgte Natur mit einem kräftigen Muskelbau stets ein derbes, dichtes Knochengewebe verbindet, wobei jeder Fortsatz, jede Gräthe vollkommen ausgeprägt ist. Und somit stehen die passiven, mechanischen Momente des Knochens immer im Verhältniß mit der lebendigen Muskelkraft des Glieds, und Bewegung, Thätigkeit ist zur vollständigen Ausbildung des Knochens ebenso nothwendig als zur Entwicklung der Muskelkraft. Die Jockeys haben gar nicht Unrecht, wenn sie den Stammbaum eines Pferdes „im Blut und in den Knochen“ suchen; Blut ist ohnehin ein gangbarer Ausdruck für Race, und die Knochen sind insofern bezeichnend, als die Knochen eines Rennpferdes ungleich dichter sind als die eines Zugpferdes. Der Leser sieht leicht ein, daß das Pferd im Galopp mit seinen Vorderfüßen mit desto größerer Gewalt aufstößt, je weiter es ausgreift, und beim Pferd, wie beim Menschen, zeigen sich die Knochen desto fester und stärker, je größer die Muskelkraft ist. Da die Knochen keine bloßen Pfeiler sind, um ein senkrecht darüber ruhendes Gewicht zu tragen, so werden wir an ihnen auch keinen gleichförmigen Bau erwarten. Jeder Knochen stemmt sich allseitig gegen den Druck, den er an der ihm angewiesenen Stelle auszuhalten hat. Man sehe einmal zwei Männer miteinander ringen, und bedenke, in welch verschiedenen Richtungen die Knochen Widerstand zu leisten haben: bald zerren die Ringenden an einander, und dann stehen die Knochen im Verhältniß von Stricken; bald drehen und winden sie sich umeinander, und dann verhalten sie sich wie die Axe zwischen zwei Rädern, ein andermal wirken sie wie Pfeiler unter einer schweren Last, oder wie Hebel. Wir sehen daher, warum der Knochen, um

diesen verschiedenen Arten von Gewaltthätigkeit Widerstand leisten zu können, drei Bestandtheile hat: nämlich erdigte Substanz, (phosphorsauren Kalk), die ihm Festigkeit gibt, Knochenfaser, die ihn zähe, und Knorpel, der ihn elastisch macht.

Wir verfolgen diesen Gegenstand noch etwas weiter, und nehmen dabei zum Text die Stelle, wo unser Verfasser (Kapitel XVII Nr. 5) von der wunderbaren Proportion spricht, in der Alles auf Erden unter sich stehe.

Die wichtigen Lebensfunktionen des Athmens und der Ernährung sind dieselben durch die ganze Thierreihe, vom einfachsten Polypen oder der Meduse, die auf der See treibt, bis zum größten Landthier mit dem verwickeltsten Bau. Der Trieb nach Nahrung, die Assimilationskraft, der Säfteumlauf, der Rapport mit der Luft, die Absonderung, sind dieselben Funktionen bei allen lebenden Geschöpfen, nur modificirt durch ihre Größe oder ihre Lebensumstände. Wenn wir die erstaunliche Mannichfaltigkeit der Formen der Thiere betrachten, so vergessen wir leicht, daß ihre Größe und Stärke in eine bestimmte Proportion zu setzen war, nicht allein mit den Produkten der Pflanzenwelt und den an der Erdoberfläche befindlichen Substanzen, sondern auch mit der Größe des Erdballs selbst, ja mit den großen Bewegungen am Himmel. Bei dem Bildungsplane, der alle die verschiedenen Thiere umfaßt, bei welchen eigentliche Knochen als das Widerstand leistende, Muskeln als das wirkende Moment erscheinen, war nothwendig eine Grenze hinsichtlich der Körpergröße gegeben. In den Widerstand leistenden Organen kleinerer Thiere, namentlich der Insekten, denen statt der Knochen eine äußere harte Hülle zukommt, ist verhältnißmäßig weit weniger Material, als in denen größerer Thiere. Man hat die Kraft eines Flohs und eines Pferdes miteinander verglichen, und das Resultat ist sehr zu Gunsten des erstern ausgefallen. Der Grund hievon fällt nicht sogleich in die Augen, aber mit ein wenig Nachdenken überzeugen wir uns, daß der widerstandsfähige Stoff beim Insekt, da er außen

am Körper gelagert und somit vom Mittelpunkt desselben weit weggerückt ist, einerseits dem Querbruch besser widersteht, andernseits den Muskeln gestattet, sich innerlich mit bedeutendem mechanischen Vortheil anzusetzen. Anders ist es aber mit den Knochen des Menschen, und vollends der größten Thiere, wie des Elephanten. Es scheint wirklich, daß Knochensubstanz (wir dürfen nicht vergessen, daß sie porös, locker ist, weil sie als belebtes Organ von Blutgefäßen ernährt wird) unter keinerlei Form eine viel größere Masse als die des Elephanten zu tragen vermöchte. Betrachtet man die Knochen solcher ungeheuren Thiere, die fossilen Arten, wie Mastodon, Megatherium, dazu gerechnet, so erscheinen sie ausnehmend dicht, fest, plump; ihre Gräthen und Fortsätze sind sehr stark und die Höhlungen ganz ausgefüllt: was Alles darauf hinweist, daß es eines andern Materials als eines gefäßreichen Knochens bedürfte, um ein noch größeres Thier frei auf seinen Beinen zu tragen. Die ungeheuern Gebeine, die man aus der Erde gräbt, und die in frühern Zeiten zu wunderlichen Mährchen Anlaß gaben, gehörten Wasserthieren an, Wallfischen oder Reptilien, deren Last vom Wasser getragen wurde, oder die auf dem Bauche krochen; nie konnten diese Knochen die enorme Last solcher Thiere frei auf Extremitäten tragen.

III.

Von der mechanischen Kunst im Bau der Schädelknochen und ihrer Verbindungen.

Der thierische Schädel kann mit Recht ein architektonisches Meisterstück genannt werden. Je nothwendiger ein Organ für das Leben, je vitaler es ist, desto kunstreicher ist das zu seinem Schutz bestimmte Material zusammengebaut. Am menschlichen Schädel können wir die interessante Beobachtung machen, daß er in seiner Anlage auf die Gewaltthätigkeiten, welche ihn hier und dort treffen konnten, berechnet und wider dieselben geschützt ist. Doch wir betrachten zuerst einige Thierschädel, und vor Allem fällt uns hier auf, daß das Gehirn nicht bei allen auf dieselbe Weise bedeckt ist, sondern daß bei jedem Geschlechte auf den Druck Rücksicht genommen wurde, dem die Lebensart des Thiers den Schädel unterwirft. So kommt der Schädel des Hundes schwerlich auch nur in Einem Punkt mit dem des Widders überein: die Knochen des erstern sind dünn, die Verbindungslinie derselben, die sogenannte Naht, ist einfach, der Schädel zeigt nirgends eine Vorrichtung gegen Druck und Stoß; beim Widder dagegen erhebt sich über dem eigentlichen Hirnkasten eine Reihe von gewölbten Zellen aus derber Knochensubstanz, und jeder Knochen ist mit dem andern durch eine tief und regelmäßig ausgezackte Linie verbunden; die mechanische Stärke der Naht geht immer Hand in Hand mit der Stärke der Knochen selbst, und das Ganze bildet eine feste Grundlage

zur Stütze der Hörner, und ist darauf berechnet, die Erschütterung auszuhalten, wenn das Thier mit seinem ganzen Gewicht und mit voller Kraft stößt.

Vergleichen wir einmal den Schädel des Widders oder Bocks mit dem des Tigers, bei welchem die Hauptkraft ihren Sitz in den Kiefern hat. Auch beim Tieger, wie beim Hund, ist die eigentliche Hirnschale klein und in die übrigen Schädeltheile gleichsam versenkt; die Kiefer dagegen sind keine schwammigten Knochen, wie beim Menschen, sondern ausnehmend dicht und stark, um die Zähne zu unterstützen; denn was hälfen dem Thiere seine langen, harten, scharfen Zähne, könnten sie aus ihren Laden gedrückt werden? und was hälfen die derben Kiefer, die langen, tiefsitzenden Zähne, sprängen nicht rings um den eigentlichen Schädel Gräthen und knöcherne Bogen hervor, dicht und stark genug, um den Kaumuskeln als Befestigungspunkte zu dienen? Somit concentrirt sich beim Fleischfresser die Stärke der knöchernen Textur des Kopfes durchaus auf die Kiefer und entspricht dadurch dem Instinkte des Thiers, seine Beute zu packen und zu zerreißen.

Haben aber Löwe oder Tiger ihre Beute niedergeworfen, haben sie sich vollgefressen und ihre Höhlen wieder aufgesucht, sind sodann die Knochen des gefällten Thieres von den kleinern Fleischfressern abgenagt, so bleibt noch ein reiches Mahl, das ihnen nicht zugänglich ist: jetzt kommt die Hyäne, beißt die Knochen auf und frißt das Mark.

Unter allen Schädeln in einer naturhistorischen Sammlung weisen die Kiefer und Zähne der Hyäne auf die größte, auf eine wirklich ungeheure Kraft hin: die Knochen sind plump von Umriß, eigenthümlich dicht, und ganz zur Aufnahme der mächtigen, kegelförmigen Zähne gebildet.

Wir sehen somit, daß zwar der Schädel als Ganzes bei allen Thieren gemeinschaftliche Züge aufweist, daß er nach demselben allgemeinen Plane angelegt ist; aber diejenigen Stellen, auf welche bei jedem Thiere der Hauptdruck wirkt, zeigen sich besonders verstärkt.

Nach diesen augenfälligen Beispielen von Berechnung

in der Schädelbildung fragt sich nun, ob sich am menschlichen Kopfe die harte Knochensubstanz auf ähnliche Weise kunstvoll vertheilt findet. Es ist dabei vorauszuschicken, daß ein Stoß oder eine Erschütterung, welche sich der großen Masse des menschlichen Gehirns mittheilt, weit unmittelbarer die Verrichtung desselben und damit die Geistesthätigkeit zerstört, als eine Wunde, welche ohne Erschütterung die Substanz durchdringt. Betrachten wir, wie ewig unruhig, wie verwegen ein Kind ist, wie oft es fällt und sich stößt, so leuchtet ein, daß es, wenn es stürzt, statt rasch wieder aufzustehen und mehr nur aus Schreck zu schreien, bewußtlos liegen bleiben müßte, wäre nicht sein Gehirn und das Gewebe seiner Knochen darauf berechnet.

In dieser Beziehung steht das Kind in direktem Gegensatz mit dem alten Mann: wenn dieser sein Gleichgewicht verliert und den Kopf aufschlägt, so bleibt er bewußtlos liegen. Ist hier nicht offenbar auf die Unfälle des Lebens Rücksicht genommen und Vorsorge dagegen getroffen, so aber, daß wir dabei doch die Gefahr zu scheuen haben und auf der Hut bleiben?

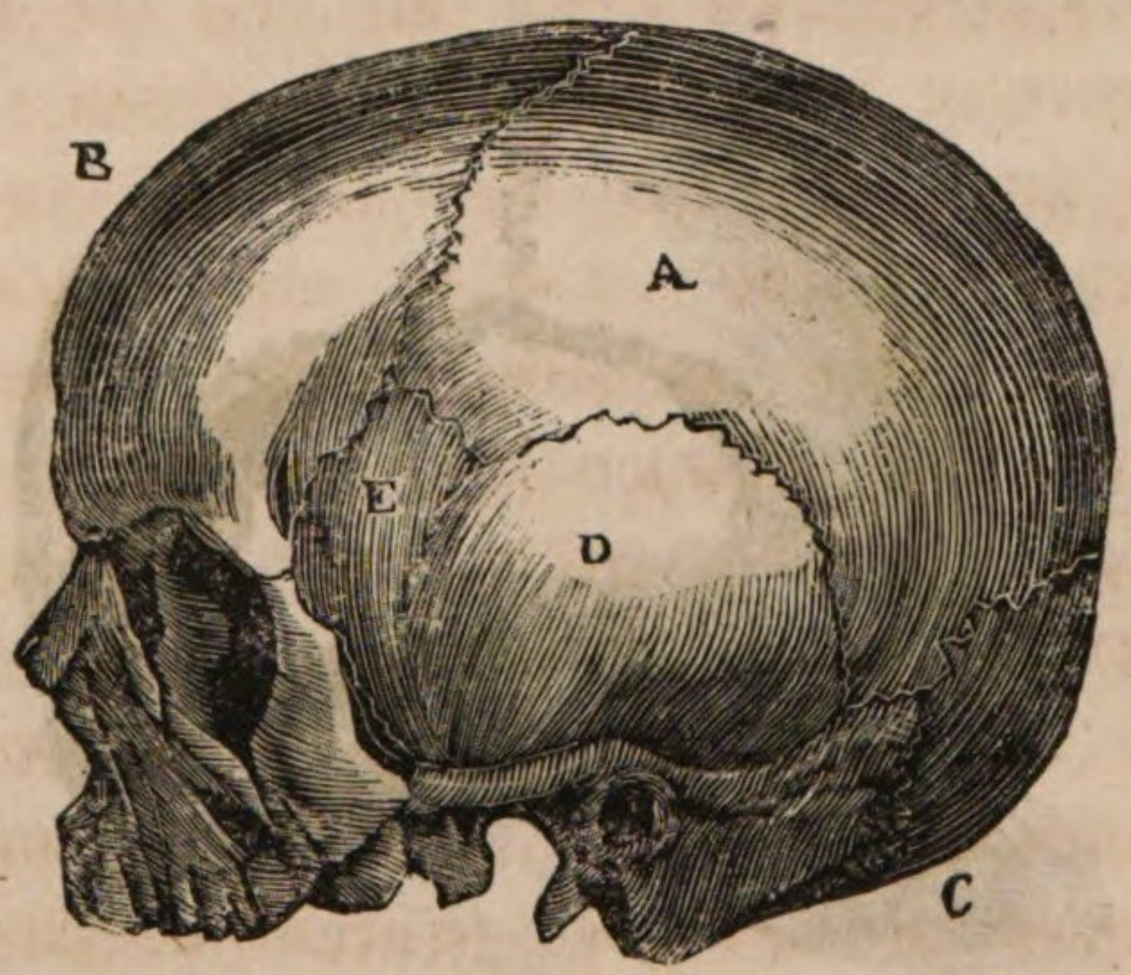
Der Grund des Unterschiedes zwischen dem Kinde und dem Alten ergibt sich leicht aus dem beiderseitigen Bau. Das Gehirn des Alten ist fest, Erschütterung lähmt seine Faser; das Gehirn des Kindes ist weich und läßt sich in jede Form drücken. Ferner ist das Gewebe der Knochen so verschieden, daß man sie kaum für eine und dieselbe Substanz halten sollte. Beim Kinde sind sie dünn und biegsam, und ein Stoß drückt sie nieder; im Alter sind sie spröde in Folge ihrer Dichtigkeit, und pflanzen bei einem Stoße die Erschütterung ringsum fort, oder zerbrechen sie, so dringen sie wie ein scharfes Stück Glas in die darunterliegenden zarten Theile.

Gar viel, und mehr als die Prüfung aushalten möchte, ist von der Bildung des Kopfes in Beziehung auf die in demselben enthaltenen Gehirnorgane gesprochen werden; aber eine einfache Betrachtung sollte aller Schädellehre vorausgehen, und zwar diese: die Formen des Schädels haben Bezug auf

Druck und Verletzung von außen, und die am meisten ausgesetzten Stellen sind am besten geschützt. Fällt ein Mensch gerade rückwärts, so ist sein Hinterhaupt bedroht; betrachten und durchschneiden wir aber hier den Knochen, so sehen wir, wie von der Natur gesorgt ist, indem sie denselben verdickt, außen mit einem Vorsprung versehen und innen gespreizt hat; wir sagen gespreizt, denn nichts kann auffallender an die Schwibbogen im Unterbau eines großen Gebäudes erinnern, als die Gräthen innen an diesem Theil des Schädels, welche sich in einem, dem Vorsprung des Hinterhaupts entsprechenden Mittelpunkte kreuzen.

Vorne zeigt der Schädel eine Bildung, deren Zweck eben so wenig zu verkennen ist: die am weitesten vorspringenden, am meisten ausgesetzten Theile der Stirne, die sogenannten Stirnhügel, zeigen sich beim Durchschnitt dicker und dichter als die übrigen Knochen; der untere Theil der Stirne dagegen besteht aus Zellen oder Höhlungen, wodurch die äußere Wand des Schädels vom Hirn weggerückt und letzteres noch mehr geschützt wird.

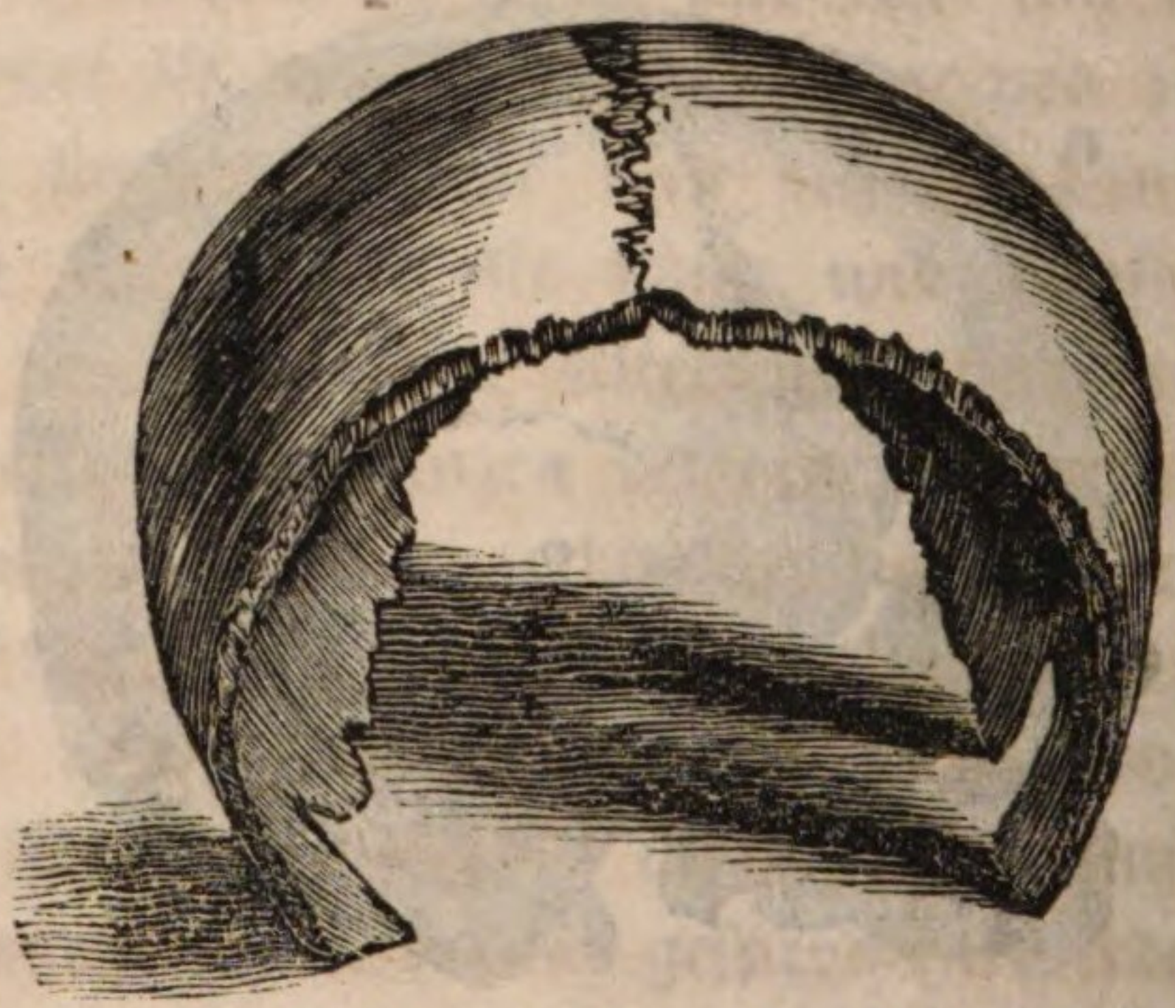
Ein Mensch, der seitwärts umtaumelt, kommt auf die Schulter zu fallen, und die Wölbung des Kopfes schlägt gerade an der Stelle (in der Mitte des Scheitelbeins) auf dem Boden auf, wo der Knochen am stärksten und dichtesten ist.



A das Scheitelbein. B das Stirnbein. C das Hinterhauptsbein. D das Schläfenbein. E das Keilbein.

Ueberhaupt kann man die Formen des Schädels nicht genauer betrachten, ohne sich zu überzeugen, daß das Gewölbe nach Umriß, Dicke und Textur auf die Möglichkeit von Druck und Stoß von außen berechnet ist.

Noch ein Beispiel: — Es erscheint sehr natürlich, daß der Mensch eine Last, die er zu tragen hat, auf den Kopf setzt. Denken wir nun an das Gerüste, über welchem man die Steine beim Bau eines Brückenbogens aufsetzt, oder an den steinernen Bogen selbst, oder an eine Kuppel, denn mit all dem lassen sich die Schädelknochen passend vergleichen: nie hat der Mensch etwas ersonnen, das so trefflich darauf berechnet ist, dem Druck von oben zu widerstehen und das Ausweichen nach der Seite zu verhindern, als die Weise, wie die Kopfknochen zusammengefügt sind. Und wenn wir hier den Leser auf diese Zusammenfügung durch sogenannte Nähte besonders aufmerksam machen, so geschieht es darum, weil sie in rein anatomischen Werken häufig als Nebensache behandelt, als ein durch die Weise des Wachsthums nothwendig bedingtes Ineinandergreifen der Knochenfasern, oder als eine gleichgültige Folge des Drucks der Muskeln dargestellt wird, während doch kein Arbeiter mit dem feinsten Werkzeuge etwas Vollendeteres, etwas, wobei die Absicht augenfälliger wäre, hervorzubringen vermöchte.



Diese Abbildung stellt die zwei, einen Bogen oder eine Kuppel bildenden Scheitelbeine dar.

Diese Anordnungen wären wohl längst aufgefallen, hätte man den rechten Gesichtspunkt dafür gehabt, was eigentlich das thierische Körpergerüste seyn soll: es soll nicht absolute Sicherheit gewähren gegen rohe Gewalt, sondern nur die Wechselfälle des Lebens ausgleichen, wobei immer das Bewußtseyn in uns rege bleibt, daß Schmerz und Verletzung äußerer Gewaltthätigkeit folgt, so daß unsere Erfahrung von der Verletzung und unsere Furcht vor dem Schmerz einerseits die vornehmste Schutzwehr des Lebens bilden, andernseits in unserer geistigen Natur zur Grundlage wichtiger moralischer Eigenschaften werden.

IV.

Von den Gelenken.

Vergleichen wir das Skelet mit einem Gerüste oder irgend einem Kunstwerk, mit dem es verglichen werden kann, so fällt uns sogleich auf, daß sich an den Knochen nirgends eine gerade Linie oder eine regelmäßige Figur findet, ob sie nun als Säulen, oder als Achsen, oder als Hebel dienen; beim Zimmerwerk dagegen ist alles eben und ins Gevierte gearbeitet, oder nach irgend einer geometrischen Curve geschwungen. Ein oberflächlicher Beobachter könnte hiernach meinen, die Knochen seyen regellos gebaut, ihrer Bildung liege kein Prinzip zu Grunde; aber schon der Gedanke, wer sie gebildet, muß zu weiterer Forschung auffordern, und diese führt auch bald zu der Ueberzeugung, daß die krummen Linien, die Gräthen und Fortsätze der Knochen berechnet sind nach dem Gewicht, das sie zu tragen haben, nach den Stößen und Drehungen, denen sie bei den verschiedenen Bewegungen des Körpers unterliegen.

Betrachten wir die mannichfaltigen Stellungen eines Menschen, der eine Handarbeit verrichtet, oder der etwas trägt, oder läuft, springt, ringt, so sehen wir bald ein, daß ein nach geraden und krummen geometrischen Linien gebautes Knochengerüste unmöglich allen diesen verschiedenartigen Bewegungen entsprechen könnte; und daß die mannichfachen Formen der Knochen keineswegs regellos und zufällig, sondern auf die auszuführenden Bewegungen berechnet sind, ergibt sich schon aus einer genauen Betrachtung des menschlichen Skelets,

noch mehr aber aus der vergleichenden Anatomie. Namentlich steht die Gestaltung der Knochen im genauesten Bezug zu den Bewegungen der verschiedenen Gelenke. Nehmen wir als Beispiel die Vergrößerung des Durchmessers des Knochens an dem das Gelenke bildenden Ende. Diese Ausdehnung der Gelenkenfläche verstärkt die Kraft der Bänder, indem sie dadurch weiter vom Mittelpunkt der Bewegung weggerückt werden, und durch beide Momente wird die Gefahr der Verrenkung bedeutend verringert. Es ist ein Grundsatz der Mechanik, daß die Reibung zweier Körper, deren Flächen aneinanderliegen, durch Vergrößerung der Reibfläche nicht vermehrt wird, so lange der Druck sich gleich bleibt. Durch die Vergrößerung der Gelenkfläche wird somit größere Festigkeit erzielt ohne Vermehrung der Reibung. Meistens aber gleiten die Knochenflächen nicht übereinander weg, sondern haben eine abgerundete Form und rollen übereinander. In diesem Falle nun richtet sich die Reibung nach dem Durchmesser des rollenden Körpers und ist, bei gleichem Gewicht, gering im Verhältniß zum vergrößerten Durchmesser dieses Körpers. Daraus ergibt sich, wie z. B. bei der Bildung der breiten Knochen des Kniegelenks Alles zur Festigkeit zusammenwirkt, ohne daß die Reibung vermehrt würde.

Unser Verfasser hat wohl gehörig hervorgehoben, wie die Gelenkflächen der Knochen durch Knorpel und die Synovialflüssigkeit, gemeiniglich Gelenkschmiere genannt, schlüpfrig erhalten werden; wollten wir nun aber nach diesen allgemeinen Betrachtungen völlig erfassen, wie kunstreich jeder Knochen in seinem Gelenk gebildet und gelagert ist, so müßten wir ganz in das anatomische Detail eingehen. Wir lernten dann z. B. den höchst merkwürdigen Mechanismus kennen, durch welchen bewerkstelligt wird, daß die Bewegungen in der vorgeschriebenen Richtung erfolgen, in jeder andern aber unmöglich werden. Wir bemerkten ferner, wie die Bewegungen des einen Gelenks mit denen des andern verkettet sind, und wie durch eine Reihe von zusammenwirkenden Gelenken, deren

jedes in der Bewegung beschränkt und straff verbunden ist eine sehr freie, ausgedehnte Bewegung erzielt wird.

Ein sehr interessanter Punkt ist, wie beim Menschen die Gelenke der untern Extremitäten gegenüber denen der obern abgeändert sind. Beim Menschen sind die Knochen des Beckens, des Ober- und Unterschenkels verhältnißmäßig grösser als bei jedem Thiere, was deutlich auf seine Bestimmung zum aufrechten Gang hinweist. Dasselbe beweist die Bildung des Fuß-, Knie- und Hüftgelenks; denn sie sind aufs Glücklichste so angelegt, daß Festigkeit und Beweglichkeit zugleich erzielt werden. Wird nämlich beim Gehen oder Laufen das Glied vorwärts gesetzt, so ist es lose, läßt sich vollkommen frei richten, und paßt sich daher beim Aufsetzen jeder Unregelmäßigkeit des Bodens an; rückt nun aber im Verfolg des Schritts der Körper vorwärts und kommt senkrecht über das Glied zu stehen, so wird es in Folge der trefflichen Anordnung seiner Knochen so fest wie ein Pfosten. Kommt nun der Körper noch weiter vorwärts und wird damit die Last desselben wieder vom Glied weggerückt, so sind die Gelenke wiederum lose, so daß sie mit größter Leichtigkeit dem Zuge der Muskeln folgen.

V.

Vom Rückgrat.

Der Rückgrat oder die Wirbelsäule ist der vollkommenste, durchgebildetste Mechanismus an der ganzen Körpermaschine. Wollte man unsere Ausdrücke auf die Wage legen, so sagten wir vielleicht besser, der Zweck des merkwürdigen mechanischen Baus sey hier am augenfälligsten und werde nur deßhalb von uns am meisten bewundert. Unter einem Skelet versteht man den Apparat von Knochen, welcher in den obern Thierklassen dem Körper Umriß und Halt gibt, und da diese Knochen durch eine Kette von Wirbeln zusammengehalten werden, so nennt man diese ganze große Abtheilung des Thierreichs, nach diesem wesentlichen Bestandtheil des Skelets, Wirbelthiere. Neben dem, daß der Rückgrat die Knochen untereinander verknüpft und gleichsam als der Mittelpunkt des Ganzen erscheint, bildet er die Röhre, in welcher das vitalste aller Organe, das Rückenmark, sicher herabläuft. Betrachten wir aber zunächst das Skelet des Menschen in Bezug auf seine Fähigkeit, aufrecht zu stehen, so bemerken wir, daß dem Rückgrat neben seinen gewöhnlichen Verrichtungen noch eine eigenthümliche zukommt: er bildet einen Pfeiler, der nicht nur den obern Theil des Körpers, sondern auch die Kugel des Hauptes zu tragen hat, und wir werden sogleich sehen, wie merkwürdig er zum Schutze des letztern eingerichtet ist. Der Grund unserer Bewunderung liegt somit darin,

daß wir fähig sind, die Mittel und Wege aufzufassen, wie durch den Bau dieser Säule diesen verschiedenen Zwecken entsprochen ist, wie die Natur die entgegengesetztesten, widersprechendsten Verrichtungen an eine und dieselbe Knochenreihe geknüpft hat; denn diese Knochen sind so fest, daß die längste Anstrengung, deren der Körper fähig ist, das größte Gewicht, das er zu tragen vermag, ihnen nichts anhaben; sie sind dabei so biegsam, daß die vornehmsten Wendungen und Beugungen des Körpers durch sie ausgeführt werden, und doch wieder so unverrückbar, daß der vornehmste und empfindlichste Theil des Nervensystems sicher in ihrer Höhlung ruht.

Bei manchen, in der Reihe der Wirbelthiere am tiefsten stehenden Thieren verdient das Gewebe zum Schutz des Rückenmarks kaum den Namen Wirbelsäule. Bei gewissen Fischen, z. B. der Lamprete und dem Stör, besteht der Rückgrat aus einem durch eingewobene sehnigte Fasern zähen Knorpel. Häufig umschließt dieser Knorpel das Rückenmark nicht ganz; es liegt nur in einer tiefen Rinne am obern Theil des Rückgrats. Wir dürfen aber deßhalb nicht glauben, die Wirbelsäule sey bei den Fischen mangelhaft gebildet: sie stellt bei ihnen eine elastische Säule vor, welche durch die an sie befestigten Muskeln zu einem ausnehmend kräftigen Bewegungsorgane wird, und solch merkwürdige Elastizität kommt mehr oder weniger dem Rückgrat aller Fische zu. Weiter herauf in der Thierreihe sehen wir den die Wirbelsäule bildenden Knorpel durch Höhlungen abgetheilt, welche eine gallertartige oder gelatinose Flüssigkeit enthalten; diese Höhlungen sind mit einer starken, aber elastischen, sehnigten Masse umschlossen, das trefflichste Mittel, der ganzen Säule Federkraft zu ertheilen. Noch weiter herauf finden wir, daß sich Knochenmasse zwischen jenen Höhlungen abzusetzen beginnt, und damit treten zum erstenmale gesonderte Wirbel auf. Nimmt man zwei Wirbel des großen Haifisches zusammen heraus und sticht den Sack zwischen beiden an, so spritzt, in Folge der Elastizität der Wände dieses Sacks, die Flüssigkeit mit Gewalt

heraus. Bei andern Fischen, wie beim Stockfisch (einem Knochenfisch), nähert sich der Bau dem der Säugethiere; aber die Substanz zwischen den Wirbeln ist gelatinos. Bei den Wallfischen sind die Wirbel durch kreisförmige, concentrische Bänder verknüpft, und nur ein kleiner Theil in der Mitte besteht aus eiweisartiger Substanz. Bei den Säugethieren und beim Menschen sind die Wirbel feste, gesonderte Knochen, verbunden durch einen sehnigten Knorpel, der am äußern Umfang ausnehmend derb, in der Mitte aber weich und elastisch ist. Vermöge dieser Anordnung spielt das Gelenk so frei, als ob eine Kugel zwischen beiden Flächen läge; es ist damit eine Beweglichkeit erzielt, die bei keiner denkbaren Form der festen Substanz möglich gewesen wäre, und doch ist das Gelenk so fest, daß wohl der Knochen gewaltsam zerbrochen werden kann, jener sehnigte Knorpel aber nie zerreißt. Wenn der Thierarzt ein Pferd wirft, so muß er es sehr sorgfältig anbinden, sonst zerrt es mit solcher Gewalt, daß die Wirbel zerbrechen. Beim Menschen kommt dies nicht selten vor, aber das Gewebe, wodurch der Rückgrat seine Beweglichkeit erhält, gibt nie nach.

Was am menschlichen Rückgrat zunächst unsere Bewunderung erregt, ist die Art und Weise, wie der Kopf auf einer elastischen Säule getragen und dadurch das Gehirn bei den Bewegungen des Körpers vor Erschütterung geschützt wird. Durch die eben beschriebene elastische Substanz wird dieser Zweck nicht ganz erreicht, sondern großentheils durch die ganze Gestalt des Rückgrats. Wären die Wirbel, wie die Stücke einer Säule, genau senkrecht übereinander aufgebaut, so könnte der Rückgrat nicht leisten, was er bei der jetzt zu beschreibenden Anordnung leistet. Da in diesem Falle die Last auf die Mittelpunkte sämmtlicher Wirbel fiele, so könnten sie nur äußerst wenig nachgeben. Die Wirbelsäule ist daher wie ein **S** gekrümmt, und diese geschwungene Linie haben wir hier nicht deßhalb zu bewundern, weil sie nach Einigen die Schönheitslinie ist, sondern weil durch sie Elastizität bedingt wird.

Da der Rückgrat bereits gebogen ist, so beugt er sich leicht; die Richtung des Drucks geht auf die Ränder der Wirbel und der Zwischenwirbelsubstanz, und somit geben sie leicht nach; sie machen, indem sie dies thun, die Krümmung stärker und somit die ganze Säule kürzer, und kehren mit Leichtigkeit in ihre vorige Lage zurück. Denken wir uns, wir stützen die Hand auf einen Spazierstock, der elastisch, aber völlig gerade ist: er hält einen bedeutenden Druck aus, ohne nachzugeben, und wenn er am Ende nachgibt, so geschieht es mit einem raschen Ruck; ist er aber zuvor schon gebogen, so fühlen wir keinen Stoß, in welchem Verhältniß wir auch den Druck mehren oder mindern: mit gleichmäßiger Federkraft wird die Hand unterstützt, oder das Rohr gebogen. Als Zweck der doppelten Krümmung des Rückgrats erscheint somit, daß das Gehirn bei den raschen Bewegungen des Körpers nicht erschüttert werden sollte.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit den Knochenfortsätzen zu, welche von den Körpern der Wirbel entspringen, so treffen wir auch hier überraschende Vorrichtungen. Nach der gewöhnlichen Beschreibung der Anatomen werden die Knochen des Rückgrats durch die Stellung der Gelenkflächen an ihrem Ort fixirt: die Flächen der Körper der Wirbel sowohl als der artikulirenden Fortsätze sind schief gestellt, aber in verschiedenen Richtungen; jene machen daher, daß der Knochen nicht nach vorne, diese, daß er nicht nach hinten ausweichen kann. Dies ist aber nicht Alles: die artikulirenden Fortsätze bestehen aus zwei breiten Flächen, welche dergestalt geneigt sind, daß sie sich übereinander schieben, das heißt, die geneigte Gelenkfläche des obern Wirbels ruht auf der gleichfalls geneigten des darunterliegenden. Im Maaße, als die zwischen den Körpern der Wirbel gelagerte Substanz auseinander gezogen wird und wieder zurückweicht, schiebt sich der Gelenkfortsatz des obern Wirbel auf der geneigten Fläche des Fortsatzes, an dem er anliegt, auf und ab; aber das Hinderniß wird immer größer, je weiter der Wirbel herabrückt, und dadurch

werden Elastizität und Festigkeit des Ganzen bedeutend vermehrt und zugleich die plötzlichen Stöße vermieden, die bei horizontalen Flächen unvermeidlich gewesen wären.

Nehmen wir die Wirbelsäule für sich allein, so sehen wir, wie sie, gleich einem Mast, unten stark und breit, nach oben schlanker ausläuft. Der Schiffsmast wird durch Wand und Stag gehalten, und sehen wir uns nach etwas Analogem um, so begegnen wir den langen Rückenmuskeln, welche längs des Rückgrats herablaufen und ihn stützen. Aber die Art, wie der Mast im Sturm über Bord stürzt, zeigt, wo der Rückgrat am meisten Gefahr gelaufen wäre, wenn die Natur nicht Vorkehr getroffen hätte. Unsere Bewegung vorwärts beim Gehen oder Laufen wird durch die Muskeln der untern Extremitäten bewirkt; der Oberleib wird dabei mechanisch mitgeführt. Erhöbe sich nun der Rückgrat ganz senkrecht, so erlitte er bei diesen raschen Bewegungen an seiner Basis einen Stoß, eine Erschütterung. Wir sehen somit, aus welchem Grunde die untersten Wirbel von ihrer Basis am Heiligenbein nach vorwärts geneigt sind; denn dadurch wird der Stoß, der das Gelenk des untersten Wirbels beeinträchtigt hätte, unter die fünf Stücke, welche die Krümmung bilden, vertheilt. Analoges findet bei vierfüßigen Thieren statt: da hier das Rücken- und Lendenstück des Rückgrats horizontal liegt, der Hals dagegen häufig fast senkrecht aufgerichtet ist, so müßten sich an der Uebergangsstelle die Wirbel sehr leicht verrenken, wenn die Halswirbel plötzlich und abgebrochen' vom Rücken aufstiegen: daher bilden am untern Theil des Halses mehrere Wirbel einen Bogen oder Halbkreis; am auffallendsten zeigt sich dies beim Hirsch.

Ein feines Kunstwerk der Menschenhand kann aufbewahrt, kann eingeschlossen werden, und es bleibt immer dasselbe. Aber den feinsten Geweben des lebenden Körpers kommt die ganz besondere Eigenschaft zu, daß sie schnell entarten, wenn sie nicht gebraucht werden. Nicht nur die Funktion geht durch Unthätigkeit verloren, sogar das Gewebe der Organe

artet schnell aus. Wird ein Glied durch einen Unfall in gewissen Bewegungen gelähmt, so degeneriren Muskeln, Nerven, Gefäße, wodurch jene Bewegungen vermittelt wurden, in wenigen Wochen oder Monaten so sehr, daß der Anatom sie kaum wieder erkennt. Wenden wir dieses anerkannte Prinzip auf den Rückgrat an, und bedenken wir, daß das Gewebe von Knochen, Knorpeln, Bändern, Sehnen, Muskeln, kurz sämmtliche Organe, welche denselben bilden und zu seinen Funktionen nothwendig sind, bei aller Verschiedenheit in Festigkeit und Bau nur durch Bewegung und Uebung in vollkommener Gesundheit erhalten werden, so wird es uns klar, welchen Einfluß Mangel an Bewegung auf junge Mädchen haben muß. Ohne irgend eine positive Krankheit, nur durch eine unverständige Erziehung, die eine sitzende Lebensweise mit sich führt, wird die Wirbelsäule schwach und lose in ihrer Textur und senkt sich nach der Stellung und Richtung, die der Körper vorherrschend annimmt. Wir erwähnten dies hier, weil das Moment für jeden Menschen in jeder Beziehung von Wichtigkeit ist, und vom Geiste so gut wie vom Körper gilt.

Die Theorie der französischen Naturforscher, nach welcher bei allen Thieren die Centraltheile des Körpers, also namentlich die Wirbelsäule, sehr permanent seyn sollen, während die Extremitäten dem mannichfachsten Bildungswechsel unterliegen, ist bereits pag. 77 in der Anmerkung berührt und bestritten worden. Hier noch einige Worte über diesen Punkt.

Sämmtlichen Wirbelthieren kommt ein Rückenmark zu, und es muß durch Knochen geschützt werden: da nun die vornehmste Funktion des Rückenmarks eine permanente ist, muß es auch seine Gestalt seyn. Sobald aber bei einem Thiere der Rückgrat anders zu spielen hat, als bei einem andern, sind auch die Wirbel entsprechend gebildet. So beruht die Bewegung des Fisches im Wasser darauf, daß sich Rückgrat und Schwanz seitlich bewegen; wären nun bei ihm die

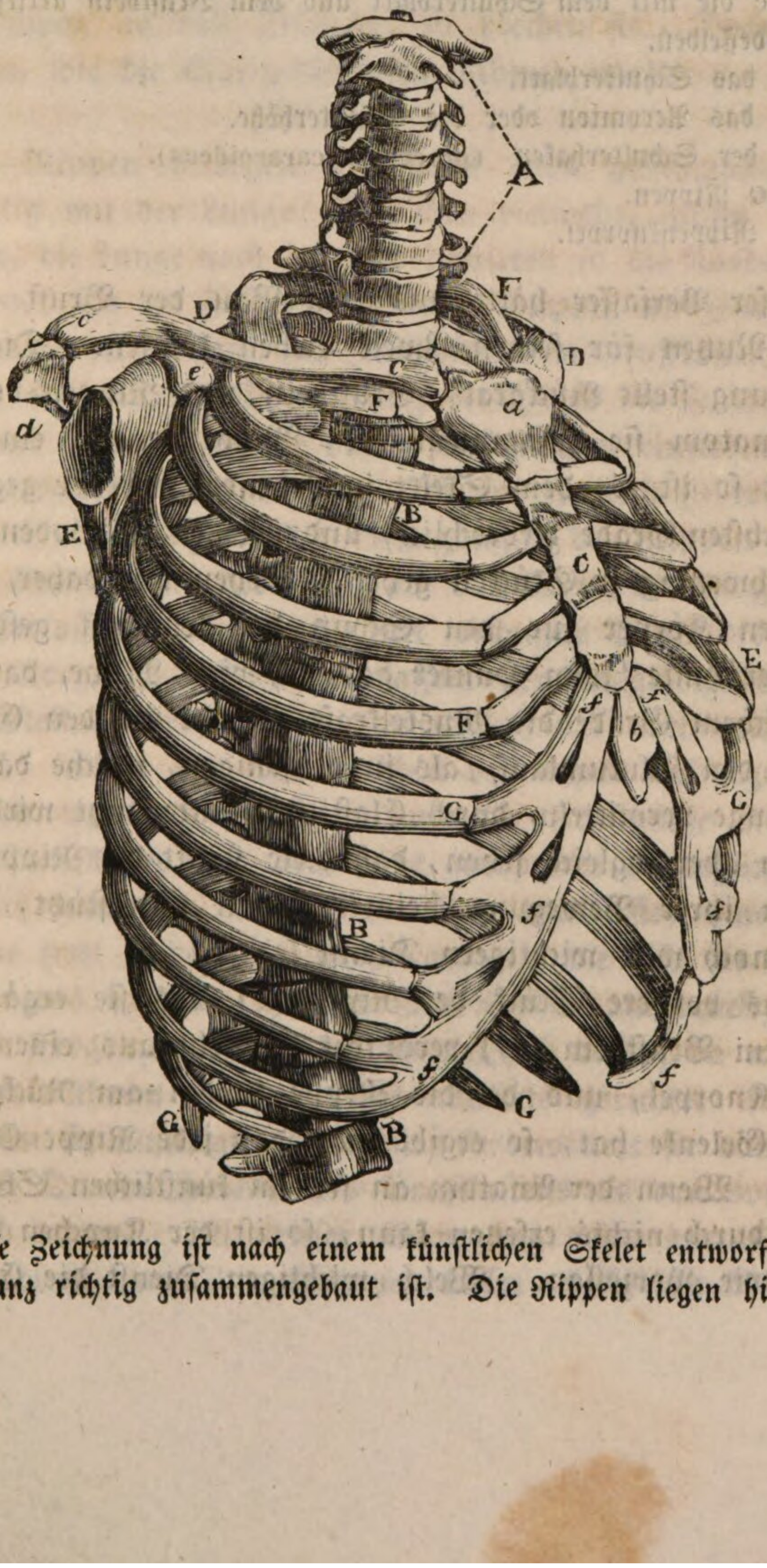
Stücke des Rückgrats gebildet wie bei andern Wirbelthieren, das heißt mit Seiten= oder Querfortsätzen versehen, so erschwerten diese jene Bewegung; sie wurden daher weggelassen, damit aber die Knochenkette doch den gehörigen Verband hätte, sind die Dornfortsätze hinten sehr lang, und entsprechende Fortsätze springen gegen die Eingeweide vor. Bei den fischähnlichen Seesäugethieren, wie beim Wallfisch, dem Delphin u. s. w. hat der Schwanz gerade die umgekehrte Stellung: er liegt nämlich horizontal auf dem Wasser, und die Wirbel sind dem gemäß gebaut. Diese Thiere müssen an die Wasserfläche herauf, um Luft zu schöpfen, und ihre Schwänze sind so gebaut, daß sie diese Bewegung leicht bewerkstelligen können: ein Beweis, wenn es überhaupt eines bedarf, daß der eigentliche Mittelpunkt des Systems in seiner Anlage auf die wichtigste Lebensfunktion, das Athmen, berechnet ist.

Der Schwanz der Thiere ist eine Verlängerung des Rückgrats. Es scheint nun aber wirklich seltsam, wie man hierauf die Hypothese gründen mochte, daß, wenn analoge Organe zahlreich aneinander gereiht sind, sie immer unvollkommener werden, je weiter sie vom Mittelpunkt des Körpers abstehen. Man kam auf diesen Gedanken, weil die Knochen, aus denen der Schwanz besteht, kleiner und rundlicher werden und am Ende in Knorpel ohne Knochensubstanz übergehen. Ist es im Gegentheil nicht augenfällig, daß der Schwanz als Organ um seiner selbst willen so gebaut wurde, wie er ist: an der Wurzel stark, mit Muskeln, die ihn nach jeder Richtung bewegen, gegen das Ende, welches den Haarbüschel trägt, schlanker und elastischer? Kann etwas besser seinem Zwecke entsprechen? Wäre er vollkommener, wenn er, statt aus aneinander gereihten runden Knochen, aus wahren Wirbeln bestünde? Kurz, das Organ entspricht vollkommen seinen verschiedenen Funktionen: bald wird es als Haarbusch um den Körper geschlungen und dient als warme Hülle, bald dient es als Ruder im Laufe, bald als Fächer und Fliegen=

wedel und reicht überall hin, wohin Ohr und Zunge nicht reichen: — sollten nun all diese offenbaren Beweise von Zweckmäßigkeit über der Annahme vergessen werden, daß die thierischen Körper so unvollkommen organisirt seyen, daß, wenn ein im Mittelpunkt gebildetes Organ, wie ein Wirbel, sich in einer Reihe wiederholt, die Glieder der Kette vom Mittelpunkt weg immer unvollkommener werden, und somit die willkührlich als Urform angenommene Bildung sich immer mehr verwische?

VI.

Vom Brustkasten und dem Mechanismus des Athmens.



Diese Zeichnung ist nach einem künstlichen Skelet entworfen, das selten ganz richtig zusammengebaut ist. Die Rippen liegen hier nicht

in natürlicher Richtung, oder wenn sie je im lebenden Körper diese Stellung annehmen, so geschieht es bei sehr starkem Einathmen, wobei sie so weit als möglich aufwärts gehoben werden.

A die Halswirbel.
B B der Rückgrat.
C das Brustbein.
a der Handgriff des Brustbeins.
b der schwertförmige Fortsatz.
D das Schlüsselbein
c c die mit dem Schulterblatt und dem Brustbein artikulirenden Enden desselben.
E das Schulterblatt.
d das Acromion oder die Schulterhöhe.
e der Schulterhaken (processus caracoideus).
F G Rippen.
f Rippenknorpel.

Unser Verfasser hätte aus dem Bau der Brust ungleich mehr Nutzen für seinen Zweck ziehen können. Die obige Abbildung stellt Rückgrat, Brustbein und Rippen vor, wie der Anatom sie zusammenbaut. Macht er sich ein solches Skelet, so ist es, dem Skelet im lebenden Körper gegenüber, im höchsten Grade zerbrechlich, und fiele es zu Boden, müßte es nothwendig in Stücken gehen. Sehen wir daher, wie im lebenden Körper für den Schutz der Knochen gesorgt ist. Der berühmte John Hunter gab sich viele Mühe, darzuthun, in welchem Grade die Muskelkraft sowohl in den Geweben, welche den Blutumlauf, als in denjenigen, welche das Spiel der Lunge vermitteln, durch Elastizität unterstützt wird. Wir werden aber sogleich sehen, daß diese Kraft die Rippen nicht nur in ihrer Bewegung beim Athmen unterstützt, sondern einen noch weit wichtigern Dienst leistet.

Das vordere Stück der Rippe (f), das sie ergänzt und mit dem Brustbein (C) verbindet, besteht aus einem elastischen Knorpel, und da die Rippe hinten am Rückgrat ein freies Gelenke hat, so ergibt sich, daß jede Rippe Elastizität besitzt. Wenn der Anatom an seinem künstlichen Skelet diese Kraft durch nichts ersetzen kann, so ist der Knochen zerbrechlich, wie Porzellan. Welch wichtigen Dienst die Elastizität

am lebenden Körper leistet, ergibt sich auch aus Folgendem. Wir haben oben bemerkt, daß ein Kind, rasch und unvorsichtig, tausend Unfällen unterworfen ist, die in reifern Jahren wegfallen. So lange der Körper sehr beweglich ist, sind nun, diesem Verhältnisse entsprechend, alle Theile des Skelets, besonders aber Knochen und Knorpel des Brustkastens, in hohem Grade elastisch: das Kind fällt unzählige Male, und beschädigt sich äußerst selten; stößt dagegen ein alter Mann seine Rippen an eine Tischecke, so brechen sie. Doch sehen wir nun, wie die Elastizität beim Athmen wirkt.

Die Rippen bewegen sich nicht etwa gleichmäßig und gleichzeitig mit der Lunge; sie ziehen vielmehr, indem sie sich bewegen, die Lunge nach sich und bewirken so die Ausdehnung derselben. Da die Zwischenräume der Rippen ausgefüllt sind und eine Scheidewand, das Zwerchfell, den Brustkasten unten schließt, so kann bei Erweiterung der Höhle die Lunge durch den Druck der Luft, welche durch die Luftröhre einströmt, ausgedehnt werden. Damit gibt sich uns sogleich zu erkennen, von welcher Wichtigkeit die Bewegungen der Rippen sowohl für die Ausdehnung der Brust als das Spiel der Lunge sind. Unser Verfasser hat indessen einen wichtigen Punkt des interessanten Vorgangs außer Acht gelassen. Er hat gezeigt, daß die schiefe Stellung der Rippen zum Einathmen nothwendig ist, und daß, indem der vordere Theil der Rippe aufsteigt, das Brustbein vorwärts getrieben und die Brusthöhle erweitert wird. Die Rippe hat aber eine gedoppelte Bewegung: sie dreht sich auch um ihre Axe. Man denke sich eine Linie durch die zwei Enden der Rippe gezogen, die also die Sehne eines Bogens vorstellt, so bleibt diese Sehne unverrückt, während der Bogen, nämlich die Rippe, sich dreht; da nun die Rippe mit ihrem vordern Ende abwärts gerichtet ist, und sie, indem sie aufsteigt, sich dreht, so erweitert sie damit sowohl den Querdurchmesser des Brustkastens als den von hinten nach vorne. Mit dieser Bewegung wird der Knorpel vorne gedreht, und die Drehung dieser elastischen Substanz

äußert nun auf die Muskelthätigkeit einen Einfluß, den wir im Folgenden beschreiben.

Wir wissen, daß das Athmen eine nothwendige Lebensfunktion ist, daß sich mit Erweiterung der Brust die Lunge ausdehnt, das Blut frei durch dieselbe strömt und sich seines Kohlenstoffs entladet. Hiebei ist nun höchst merkwürdig, wie eine todte Kraft, die Elastizität, zur wahren Schutzwache des Lebens wird. Jedem sagt sein Gefühl, daß man leichter ausathmet als einathmet; man denke sich einen Menschen, der in Ohnmacht fällt, oder sonst in Lebensgefahr ist (schon das Wort „exspiriren“ im Lateinischen und seinen Töchtersprachen weist darauf hin, daß der letzte Akt des Lebens ein Ausathmen ist); wenn nun hier die Elastizität die Brust in Erweiterung zu halten strebt, so erscheint sie als ein Mittel zur Erhaltung des Lebens, indem sie den Blutlauf durch die Lungen unterhält. Und dies ist denn wirklich das Resultat des elastischen Baus des ganzen Brustkastens. Die Inspirationsmuskeln wirken der Elastizität entgegen, die Exspirationsmuskeln gleichfalls; so wird durch die Elastizität der Brustkasten im Zustande mittlerer Erweiterung erhalten, und die Lunge kann wenigstens noch eine Zeit lang ihre Verrichtung fortsetzen, während ohne diese Vorkehr den vitalen Funktionen durch die Zusammenziehung der Muskeln schnell ein Ende gemacht würde.

Der große Physiolog John Hunter stellt den Satz auf: wenn Ein Organ zwei Funktionen diene, werde sich immer ein Mangel herausstellen. Wir haben hier die beste Gelegenheit, diese Ansicht zu widerlegen; denn just diese Bildung des Brustkastens greift thätig in verschiedene Verrichtungen ein. Am Geruchsorgan ist kein Mangel, weil wir die Lunge dazu brauchen, die riechenden Effluvien einzuziehen und mit dem Geruchsnerven in Berührung zu bringen; ebensowenig verursacht es uns irgend eine materielle Störung im Athmen, daß wir die Fähigkeit besitzen, durch einen der ausgeathmeten Luft ertheilten Impuls Töne hervorzubringen. Ferner haben wir zu bemerken, wie Form und Ausdehnung der

Bruſt die Bewegung von Arm und Hand fördern und ihre Kraft ſteigern. Die Bewegungen der obern Gliedmaßen werden durch Muskeln vermittelt, welche auf dem Bruſtkaſten aufliegen, und ohne die Ausdehnung der Bruſt durch die darin enthaltene Luft könnten dieſe Muskeln nicht mit gehöriger Kraft wirken, oder es müßten vorſpringende Knochen oder irgend ein feſtes Gewebe an die Stelle treten, um jenen Muskeln als Anſatzpunkt zu dienen.

Betrachten wir weiter den Menſchen in ſeinem natürlichen Zuſtande, ſo finden wir, daß er bei manchen Zufällen des Lebens hülflos wäre, wenn er ſich nicht über dem Waſſer zu erhalten vermöchte, oder wenn die atmoſphäriſche Luft in ſeinem Körper ſich nicht vor ſeinem Schwerpunkt befände. Man wird ſich denken können, wie viel dies ausmacht, wenn wir daran erinnern, daß die Lunge nach dem Einathmen gegen hundertdreißig Kubikzoll Luft enthält.

Von der höchſten Bedeutung als eigentliche Schutzwache des Lebens iſt das Verhältniß der Lunge zu der in ihr enthaltenen Luft. Die Empfindlichkeit und die raſche Zuſammenziehung der Stimmritze oben am Kehlkopf hat zum Zweck, alle etwa in der Luft ſchwimmenden fremden Subſtanzen, welche mit dem Luftſtrome eingeathmet werden und ſo in die Lunge ſelbſt gelangen könnten, abzuhalten. Wäre dies aber Alles, ſo wäre damit nur die Hälfte gethan. Der fremde Körper würde allerdings aufgehalten; wie ſollte er aber, hätte er ſich feſtgeſetzt, wieder ausgeſtoßen werden? Beim gewöhnlichen ruhigen Ausathmen wird nie alle Luft aus der Lunge ausgeſtoßen; es bleibt ihrer genug zurück, um gewaltſam gegen den fremden Körper zum Behuf ſeines Auswerfens getrieben zu werden. Man ſieht, ohne dieſe Vorkehr wäre die Empfindlichkeit der Stimmritze und die Wirkung der Exſpirationsmuskeln zu nichts: an der kleinſten Samenhülſe müßten wir erſticken, oder heftige Entzündung wäre die Folge der Anſammlung fremder Körper in den Aeſten der Luftröhre.

Wir müſſen hier bemerken, daß die oben beſchriebenen

auf den Schutz des Lebens abzielenden, instinctmäßigen Handlungen auf den Naturstand des Menschen berechnet sind, wenn wir so sagen dürfen. Der Arbeiter ist diesem nicht selten entrückt, und unser Scharfsinn hat auf Mittel zu sinnen, nicht nur die Luft, in der die Menschen arbeiten, in chemischer Beziehung rein zu erhalten, sondern auch die kleinen Körpertheilchen nicht in die Lungen gelangen zu lassen, welche bei vielen Handwerken die Luft schwängern, wie z. B. beim Flachshecheln, beim Metallfeilen, beim Steinhauen. Die Länge der in die Lunge führenden Kanäle, ihre Empfindlichkeit, der Muskelapparat daran, der Schleim, der sich in sie ergießt, dies sind die natürlichen Mittel, wodurch fremde Substanzen aufgehalten und ausgeworfen werden. Aber bei jener künstlichen Lebensweise des Menschen schwimmen beständig unauflösliche Theilchen in der Luft, die er athmet; diese werden mit eingeathmet, sammeln sich in der Lunge an und werden zu einem krankhaften Reiz.

Zahlreiche Schleimdrüsen, welche in der die Luftröhre auskleidenden Haut verbreitet sind, ergießen ihre Sekretion in dieselbe und erhalten sie schlüpfrig; wie wird nun aber der überflüssige Schleim ausgeworfen? Dies ist ein Punkt, über den man sich früher keine Rechenschaft gab. Wir müssen, um dies auseinander zu setzen, kurz den Bau der Luftröhre ins Gedächtniß rufen. (Siehe S. 136.) Sie besteht aus durch Membranen verbundenen Knorpelringen: sie erhält dadurch Festigkeit, wird ein beständig offener Kanal für die Luft und gibt bei den Bewegungen des Kopfes und Halses nach. Die Ringe sind aber nicht vollständig, sondern hinten, wo die Luftröhre auf dem Speisekanal aufliegt, fehlt ein Stück und der Kanal ist hier nur durch häutige Organe geschlossen. Nach der gewöhnlichen Ansicht ist der Zweck dieser Bildung, daß die Luftröhre soll nachgeben können, wenn der Speisekanal beim Schlingen ausgedehnt wird. Dies ist aber weder Alles, noch die Hauptsache.

An diesem hintern Theile der Luftröhre findet sich nämlich, außerhalb der Schleimhaut, eine zarte, sehr regelmäßige Lage

von Muskelfasern, die je vom einen Ende des offenen Knorpelrings zum andern verlaufen. Dieser Quermuskel ist namentlich beim Pferd sehr deutlich. Wird ein Stück der Luftröhre ausgeschnitten und Alles weggenommen, bis auf jenen Muskel, so bleiben die Knorpel in ihrer natürlichen Stellung, sobald aber die Muskelfasern durchschnitten werden, fahren sie auseinander. Dieser Muskel wirkt also als Antagonist der Elastizität der Luftröhrenknorpeln. Durch seine Zusammenziehung verkleinert er das Kaliber der Röhre, durch seine Erschlaffung erweitert sie sich wieder, ohne einen Muskelantagonisten.

Sämmtliche Luftgefäße dehnen sich beim Einathmen aus, und auch die Luftröhre selbst ist dann weiter geöffnet; beim Ausathmen dagegen, besonders aber bei starkem Husten und Auswurf, ist die Luftröhre verengert. Durch diese einfache Vorrichtung wird nun die Röhre vom angesammelten Schleim gereinigt, der sonst in die Lungen hinabsänke, und zwar folgendermaßen. Im Akt des Einathmens ist die Luftröhre weit und der Schleim wird daher durch die Luft nicht abwärts gedrückt; im Akt des Ausathmens tritt jener beschriebene Quermuskel in Thätigkeit, das Kaliber der Röhre verkleinert sich, der Schleim nimmt dadurch ein größeres Stück des Kanals ein, die Luft wird mit größerer Kraft ausgestoßen, als zuvor eingezogen, und die Folge von dem Allen ist, daß der Schleim allmählig gegen das obere Ende der Luftröhre hingetrieben wird. Gleiches geht im Kehlkopf vor: denn indem die Oeffnung der Stimmritze beim Einathmen sich erweitert, beim Ausathmen sich verengert, ruft der Reiz des Schleims auf die empfindliche Stimmritze beim letztern Akt Husten hervor, wodurch jener ausgeworfen wird. Ohne diese wechselsweise Veränderung des Kalibers der Luftröhre könnten die Secretionen nicht an das obere Ende derselben gelangen, sondern müßten abwärts in die Lunge sinken.

Wir haben uns jetzt lange genug bei diesem Gegenstand aufgehalten. Eines interessanten Punkts müssen wir aber noch erwähnen, nämlich der Art und Weise, wie der Bau

der Rippen sich bei Thieren abgeändert zeigt, welche ihre Lebensart darauf verweist, beim Tauchen die Luft aus ihren Lungen auszupressen. Wir haben gesehen, wie bei den Vögeln aus augenfälligen Gründen der Brustkasten fast den ganzen Körper umfaßt: das wahre Gegenstück davon zeigt sich nun in Fällen, wo das Thier, statt in der Luft getragen zu werden, im Wasser taucht und auf dem Grunde desselben kriecht, nicht in großer Tiefe, sondern nur in seichten Pfützen und Morästen, aber doch völlig unter Wasser. Der Frosch hat keine Rippen, und sein Athmungsprozeß ist von dem der Thiere, welche mit einem Zwerchfell athmen, völlig verschieden. Er kann seinen Körper zusammendrücken und die Luft ganz aus der Lunge treiben; ohne dies könnte das Thier nicht tauchen, sondern müßte beständig auf der Wasserfläche bleiben, wie wir es sehen, wenn grausame Jungen einem Frosche den Leib mit einem Strohhalm aufblasen. Beim Krokodill und andern Eidechsen sind die Rippen so gebaut, daß das Thier dieselbe Operation und zu demselben Zwecke vornehmen kann: ihre Rippen bilden keine ganzen Bogen, welche, wie oben angeführt, nur einer kleinen Veränderung der Figur fähig sind, sondern sie bestehen aus gesonderten Stücken, die dergestalt verbunden sind, daß sie die Brusthöhle auf ein kleineres Volumen zusammendrücken können.

VII.

Fortsetzung. Capacität der Brusthöhle und Verhalten derselben während körperlicher Bewegung.

Bei dieser Seite des vorliegenden Gegenstandes kommt jenes physikalische Gesetz ins Spiel, das auf den ersten Anblick so widersprechend erscheint, daß man es das „hydrostatische Paradoxon“ genannt hat.

Man denke sich eine Maschine, bestehend aus zwei gleich großen Brettern, welche, wie bei einem Blasebalg, durch rings an die Ränder genageltes Leder luft- und wasserdicht verbunden sind; im obern Brette befindet sich ein Loch, in welches eine Röhre eingesetzt wird. Stellt sich nun ein Mensch auf diesen Apparat, nachdem er mit Wasser gefüllt worden, und bläst in die Röhre, so kann er das obere Brett und damit sich selbst durch die Kraft seines Athems, ja bloß durch die Zusammenziehung seiner Wangen in die Höhe heben. Nach demselben Prinzip bringt eine an einem verschlossenen Wasserbehälter angebrachte Druckpumpe so erstaunliche Wirkungen hervor. Wird der Stempel der hydraulischen Presse mit einem ein Pfund schweren Gewicht belastet, so erleidet jeder Theil der Oberfläche des Behälters denselben Druck wie der Boden der Röhre, und die Kraft, mit welcher der obere Deckel der Maschine aufwärts getrieben wird, multiplicirt sich in dem Verhältniß, in dem seine Oberfläche größer ist als der Durchmesser der Röhre; oder umgekehrt: gesetzt, wir hätten die Wassersäule in der Röhre durch Druck auf den großen Behälter zu heben, so müßte jedes der Basis des

Stempels gleich kommende Stück der Oberfläche des Behälters mit einem Pfund belastet werden. Wäre der beschriebene Apparat, statt mit Wasser, mit Luft gefüllt, so wäre die Wirkung an sich dieselbe; denn alle Flüssigkeiten, elastische wie nicht elastische, üben gleichen Druck nach allen Richtungen, und auf diesem Gesetz beruhen nun eben die genannten Erscheinungen. Bläst man in die Röhre eines gemeinen Blasebalgs, den man etwa mit Büchern belastet hat, so sieht man mit Erstaunen, welch bedeutendes Gewicht man auf diese Weise heben kann.

Da wir nun wissen, daß die Kraft der hydraulischen Presse in Empordrückung des Deckels von der Größe des Behälters und seinem Verhältniß zur Röhre abhängt, sowie, daß, will man die Flüssigkeit in der Röhre emportreiben, der Druck auf die Seiten des Behälters desto größer seyn muß, je größer sein innerer Raum ist, so sehen wir auch ein, warum der Glasbläser mit großer Leichtigkeit die Luft durch seine Pfeife treibt, wenn er dabei bloß die Backen aufbläst und zusammenzieht, d. h. wenn er mit der kleinern Höhlung operirt, sich aber bald erschöpft, wenn er die grössere Höhlung, den Brustkasten, spielen, läßt. Young hat berechnet, daß beim Durchtreiben der Luft durch eine Röhre von gleichem Kaliber das Gewicht, das auf eine Höhle vom Umfang des Mundes wirkt, sich zu demjenigen, das auf eine Höhle von den Dimensionen der Brusthöhle drückt, sich wie vier zu siebzig verhält.*

---

* Ein interessanter Prozeß ist das Blasen mit dem Löthrohr. Der Mund wird dabei aufgeblasen und der Durchgang hinten im Mund geschlossen; der Bläser athmet durch die Nase, aber von Zeit zu Zeit läßt er beim Ausathmen eine Portion Luft in den Mund. Durch das Spiel zwischen der Ausdehnung der Wangen und ihrem elastischen Zusammenfallen wird die Luft in das Löthrohr getrieben, wobei gelegentlich der sogenannte Trompetermuskel mitwirkt, der die ausgedehnten Wangen zusammenzieht. Auf diese Weise wird der Luftstrom durch das Löthrohr ununterbrochen erhalten, während der Bläser frei durch die Nase athmet.

Sehen wir nun, wie schön dieses hydraulische Prinzip bei den gewöhnlichen Bewegungen des Körpers, wo es sich von Kraftäußerung handelt, in Anwendung gebracht ist. Wir haben schon oben bemerkt, daß der Brustkasten ausgedehnt seyn muß, wenn die auf demselben gelagerten Muskeln, das heißt die Armmuskeln sollen kräftig wirken können. Jeder hat an sich selbst die Bemerkung gemacht, daß man, im Begriff, eine bedeutende Anstrengung zu machen, tief Athem holt und die Brusthöhle ausdehnt. Mensch und Thier, wenn sie zu plötzlicher Kraftäußerung aufgerufen oder aufgeschreckt werden, thun dies instinktmäßig. Würde nun aber die Lunge nicht durch ein anderes Mittel ausgedehnt erhalten, so würde die Kraft der Muskeln, welche auf die Arme wirken sollten, dadurch zersplittert, daß sie zugleich die Brusthöhle in Ausdehnung erhalten müßten. Hier ist nun das obgenannte Prinzip in Anwendung gebracht. Die Stimmritze im Kehlkopf, welcher, wie der Leser weiß, das oberste Stück der Luftröhre bildet, wird durch einen Muskel verschlossen, der nicht ein Tausendtheil soviel wiegt als die Muskeln, welche die Brust bekleiden, und dieser kleine Muskel hält ihnen allen das Gegengewicht. Der Matrose, der, die Brust über eine Raa gelehnt, sich beim Takeln aufs Aeußerste anstrengt, läßt sein ganzes Muskelsystem nach einer bestimmten Richtung wirken und bewegt Rumpf und Arme mittelst der Respirationsmuskeln, einzig und allein durch den Einfluß jenes winzigen Muskels, der nicht den tausendsten Theil seines Körpergewichts zu heben vermöchte, der aber, indem er die schmale Pforte des Athems sperrt, der vereinten Kraft der Exspirationsmuskeln Widerstand zu leisten vermag. Er schließt die Röhre, gerade wie der auf dem hydraulischen Blaseblag stehende Mann mit seinen Lippen sein ganzes Gewicht zu heben vermag, und auf diese Weise können die Muskeln, welche sonst die Brust ausgedehnt erhalten müßten, ihre Kraft auf die Bewegung der Arme verwenden.

Daß bei einer Kraftanstrengung das Ende der Luftröhre verschlossen werden muß, wird durch Versuche bestätigt.

Einem Hund wurde die Luftröhre geöffnet; seine Bewegungen blieben dabei ungehindert, als ihn aber sein Herr über einen Graben springen lassen wollte, fiel er mitten im Sprunge ins Wasser, weil die Muskeln, welche den Vorderbeinen die Schnellkraft hätten geben sollen, durch das plötzliche Sinken der Brust ihre Kraft verloren. Ein Experiment der Art widerstrebt dem Gefühl, und aus Schonung für den Leser mag ich daher auch den Gegenstand nicht weiter durch Beobachtungen erläutern, die man zuweilen an Menschen macht.

VIII.

Das Verhältniß des Vogelkörpers zur Atmosphäre.

Im siebzehnten Kapitel wird zuerst der Vogelflügel aufgeführt, und zwar als Beispiel des zwischen dem thierischen Körper und den ihn umgebenden Elementen stattfindenden Rapports. Nicht zufrieden, den Bau der Feder oder die zweckmäßige Einrichtung der Flügelknochen zu bewundern, gehen wir tiefer auf den Gegenstand ein; er wird unsere Mühe reichlich lohnen.

Man denke sich ein Geschöpf, dessen Leben an dieselben Funktionen geknüpft ist, wie das der Landthiere, nämlich an Verdauung, Assimilation, Respiration u. s. w., das sich aber in die Luft erheben soll und auf weitem Fluge sein Futter zu suchen hat. Welche Momente bedingt diese eigenthümliche Lebensweise? Offenbar mußte das Geschöpf spezifisch leichter seyn als andere; statt eines auf die Bewegung von vier Extremitäten berechneten und unter sie vertheilten Muskelsystems, mußte bei ihm die Hauptkraft gegen die Flügel gerichtet werden, damit es dieselben ausbreiten und sich auf denselben emporschwingen konnte. Sehen wir nun, wie dies ausgeführt, auf welche Weise eine ganz eigenthümliche Locomotivmaschine mit der ursprünglichen thierischen Oekonomie verwoben ist.

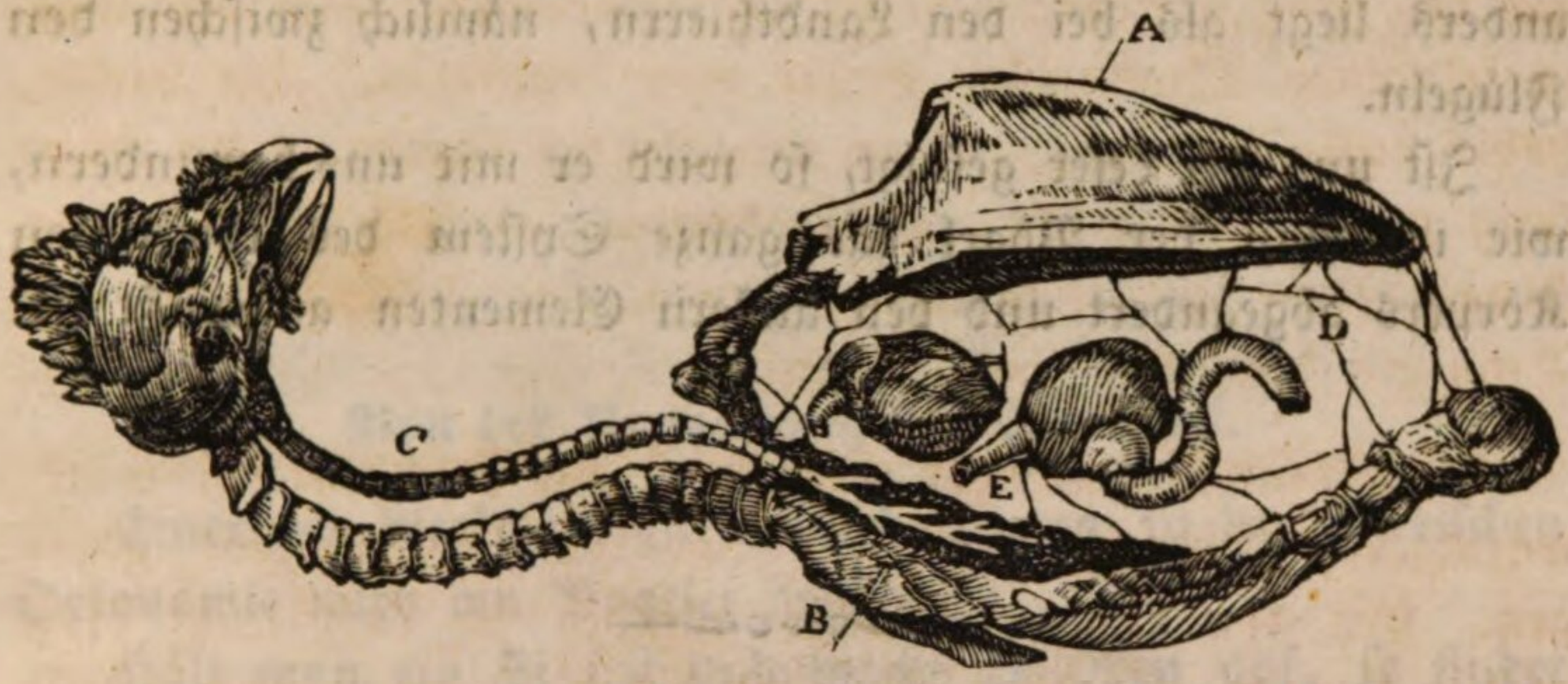
Den ersten der angegebenen Zwecke erreichte die Natur dadurch, daß sie den Körper des Vogels umfangreicher machte,

und dabei doch sein Gewicht lange nicht im selben Verhältniß vergrößerte, und ein sehr einfaches Mittel hiezu war Verlängerung der Luftröhre. Untersucht man den zahmen und den wilden Schwan, so muß es sich dem oberflächlichsten Beobachter aufdrängen, daß die Luftröhre des letztern auf den Flug berechnet ist: sie ist ausnehmend lang und liegt in seltsamen Windungen hinter dem Brustbein. Die leichte, hohle Luftröhre nimmt einen bedeutenden Raum in der Höhlung des Knochens ein, dessen breiten, äußern Flächen den Flugmuskeln zu Ansatzpunkten dienen, und so wird durch Ein Ding ein doppelter Zweck erreicht.

Doch dem Vogelkörper wird noch auf eine andere, merkwürdigere Weise Ausdehnung ohne Gewichtszunahme gegeben. Bei den Vögeln gelangt nämlich die Luft nicht bloß in die Lungen, sondern sie geht durch sie durch und erfüllt eine Reihe von Luftcellen, welche, aus feinen Membranen gebildet, zwischen allen Eingeweiden liegen. So ist das Herz von einer solchen Celle umgeben; zwei große Cellen hängen mit der Leber zusammen, auf gleiche Weise schieben sich Luftcellen zwischen alle Baucheingeweide, und sämmtliche Cellen communiciren untereinander. Auf diese Weise dringt die in den Körper aufgenommene Luft sogar in die Knochen. Manche Naturforscher täuschen sich vollkommen über den Zweck dieser Bildung, wenn sie dieselbe als eine Entwicklung des Respirationssystems betrachten: nicht um einen vollständigeren Athmungsprozeß zu vermitteln, dringt die Luft in so großem Maaße in den Körper; dies geht offenbar schon daraus hervor, daß die Luft den Kopfknochen durch die Nasenhöhle und die Eustachische Röhre, also ganz getrennt von den Lungen, zugeführt wird.

Hunter hat dargethan, daß bei manchen Vögeln die innern Luftcellen mit dem Cellgewebe an der Körperoberfläche, besonders an Hals und Schulter, in Verbindung stehen, was eine Analogie mit den Luftsäcken unter der Haut der Fledermaus begründet. Auch bei geflügelten Insekten ist der Körper

durch Luftcellen ausgedehnt, die mit ihrem Respirationsapparat communiciren. All dies weist deutlich auf die Absicht der Natur bei Bildung dieser Luftcellen hin: nicht Respirationsorgane sollen sie seyn, sondern den Umfang des Körpers vergrößern, ohne sein Gewicht zu vermehren.



Betrachten wir einmal den ganz eigenthümlichen Mechanismus der Respirationsorgane des Vogels. Das Brustbein, sternum, A, läuft den ganzen Körper des Thiers entlang, und in seiner Mitte springt weit eine mächtige Gräthe oder ein Kamm vor, an den sich die großen Muskeln der Flügel befestigen. Man sieht leicht ein, wie der Naturforscher Zugvögel an der Größe jener Gräthe unterscheiden kann, weil ihre Entwicklung und die Kraft des zu anhaltendem Flug befähigten Flügels Hand in Hand gehen. Unter dem Brustbein, zwischen ihm und dem Rückgrat sehen wir den Raum mit Luftcellen erfüllt. Die Lunge, B, liegt ganz hinten, und das Brustbein A wirkt nun, indem es sich auf- und abbewegt, wie ein großer Blasebalg und zieht die Luft durch die Lungen und die Luftröhre, C, in die Cellen, D, E, wodurch zumal das Blut in den Lungen entkohlt und die Luft in den Höhlungen des Körpers erneuert wird.

Ein weiterer Punkt, der hier in Betracht kommt, ist die Bildung der Wirbel bei den Vögeln: der Rückgrat ist bei ihnen ganz anders gebaut als beim Menschen und den Säugethieren. Die Rückenwirbel sind fest untereinander verwachsen, die Schwanzwirbel dagegen sind beweglich. Jenes ist offenbar

darauf berechnet, den Flugmuskeln feste Ansatzpunkte zu bieten, letzteres bedingt einen beweglichen Schwanz. Mittelst der Flügel schwingen sie sich auf und rudern sie vorwärts, mittelst des Schwanzes steuern sie im Flug. Wir brauchen kaum hinzuzusetzen, daß bei den Vögeln der Schwerpunkt anders liegt als bei den Landthierrn, nämlich zwischen den Flügeln.

Ist uns der Leser gefolgt, so wird er mit uns bewundern, wie im Bau der Vögel das ganze System des thierischen Körpers abgeändert und den äußern Elementen angepaßt ist.

IX.

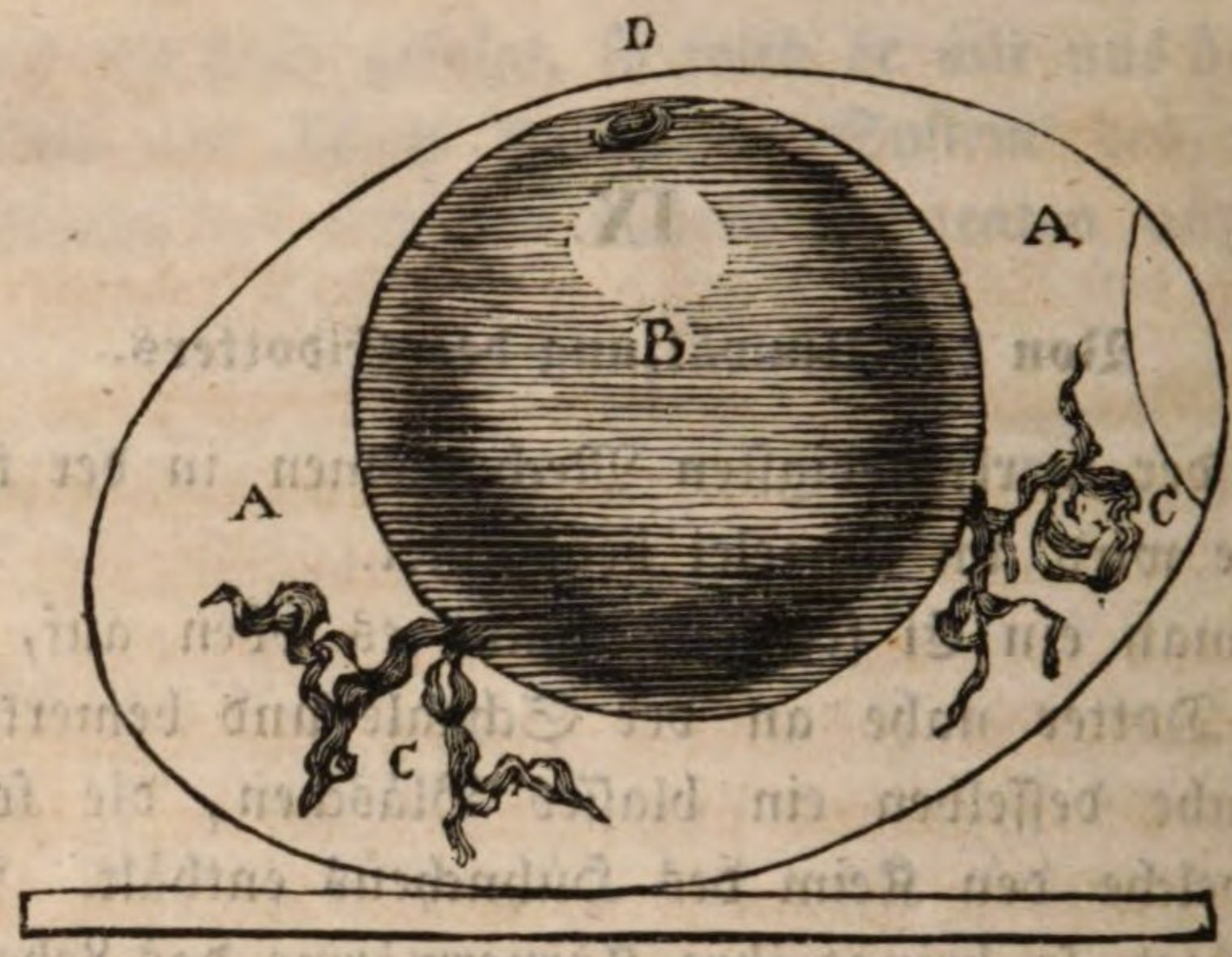
Von der Umwälzung des Eidotters.

Einer der merkwürdigsten Mechanismen in der thierischen Oekonomie wird am Vogelei beobachtet.

Hält man ein Ei fest und macht es oben auf, so findet man den Dotter nahe an der Schaale und bemerkt auf der obern Fläche desselben ein blasses Bläschen, die sogenannte Narbe, welche den Keim des Hühnchens enthält. Wenn die Henne brütet, so bringt ihre Körperwärme das Lebensprinzip im Keime zur Entwicklung, und am zweiten, dritten Tag zeigt sich ein kleiner Kranz von Blutgefäßen; diese Gefäße verlaufen gegen den Embrio und führen ihm Nahrung zu, und Tag für Tag kann man so sein Wachsthum verfolgen. Bei der zarten Natur dieses Vorgangs sieht man leicht ein, wie nothwendig es ist, daß der Embrio in dieser ersten Zeit nahe an die warme Brust der Henne, nicht an den kalten Boden des Nests zu liegen komme. Sehen wir nun, wie dies bewerkstelligt ist.

Der Dotter ist eine Kugel von nährender Materie, und das Bläschen mit dem Embrio steckt in der den Dotter umhüllenden Haut, und befindet sich daher, wie gesagt, an der Oberfläche der Kugel. Ginge nun bei dieser Dotterkugel die Drehungsaxe durch den Mittelpunkt, entspräche also ihrem größten Durchmesser, so bewegte sich der Dotter nicht, wenn sich die Stellung des Ei's veränderte. Ist aber die Axe unterhalb des Mittelpunkts, so muß sich die Kugel drehen, sobald

man dem Ei eine andere Lage gibt, ob sie nun schwerer oder leichter ist als das umgebende Eiweiß. Wäre sie schwerer, so drehte sie sich so, daß der Keim dem untern, wäre sie leichter, so, daß er dem obern Theil der Schaale sich zukehrte. Nun ist aber der Dotter leichter, und die Sache steht so, wie die Abbildung zeigt.



A A ist das Eiweiß, **B** der Dotter, **C C** die Dotterbänder, die sogenannten Chalazen, jene zähe Materie, die wir in einem weich gesottenen Ei bemerken. Diese beiden Körper hängen mit dem Eiweiß zusammen und befestigen sich an zwei verschiedenen Punkten an den Dotter. Da nun der Dotter an diese zwei Punkte gleichsam geankert ist, da ihre Ansatzpunkte unter dem Schwerpunkt liegen und der Dotter leichter ist als das umgebende Eiweiß, so wälzt er sich um wie eine Boje, und der Keim, **D**, ist beständig nach oben gerichtet.

Wenn, nach unserm Verfasser, das Huhn auf der Stange mit der Masse des Erdballs in Proportion steht, was sagen wir dann zu dieser Umwälzung im Innern des Ei's?

X.

Von den Zähnen der Thiere. Ihr Mechanismus.

Die Zähne sind ein weit interessanterer Theil der thierischen Oekonomie, als man auf den ersten Anblick glauben könnte. An keinem Organ des Thierkörpers läßt sich wohl das Absichtliche der Bildung klarer nachweisen, bei keinem tritt die Aehnlichkeit zwischen menschlicher Maschinerie und thierischem Mechanismus augenfälliger hervor. Es soll eine sinnreiche Maschine gebaut seyn, welche haut wie das Messer des Böttchers, oder schneidet wie eine Scheere, oder mahlt wie ein Mühlstein, oder fängt wie eine Mausfalle, oder zerreißt — in welchem Zustande befindet sie sich wohl, nachdem sich eine Zeit lang Dienste geleistet hat? Die Schneide stumpft sie ab, die scharfen Spitzen runden sich, die mahlende Fläche wird glatt, und wo Zähne eingesetzt sind, werden diese immer tiefer eingetrieben, bis die Maschine fernern Dienst versagt. Nichts von dem Allen findet nun bei den Zähnen der Thiere statt: sie sind aufs vollkommenste für ihren Zweck gebildet und halten, im rechten Maaße gebraucht, die natürliche Lebensdauer aus, so verschieden diese bei verschiedenen Thieren seyn mag.

Sehen wir zuerst, auf welche Weise die Zähne dem Druck auf den Kiefer Widerstand leisten. Betrachten wir z. B. die Zähne des Löwen, so sehen wir, daß ihre kegelförmigen Wurzeln im Kiefer stecken, wie der Nagel in der Wand; ebenso sind die auffallend starken Zähne der Hyäne gebildet. Dieses Thier hat dabei Kaumuskeln, welche die Kiefer mit solcher

Kraft schließen, daß sie die stärksten Knochen zerbrechen. Wie kommt es nun, daß die Zähne dabei nie tiefer in den Kiefer hinuntergedrückt werden? Bei einer Maschine, welche diese Vorrichtung nachahmte, wäre dies unfehlbar der Fall. Der Grund ist kein anderer, als daß den Zähnen und dem Kiefer eine Lebenskraft inwohnt, vermöge welcher erstere im Verhältniß des Drucks, welchem ihre Kronen, d. h. ihre freiliegenden Theile ausgesetzt werden, aus ihren Laden hervordrängen. Es ist höchst merkwürdig, daß die Zähne, während sie wachsen, trotz des Drucks, den sie beim Kauen erleiden, immer weiter aus dem Kiefer sich erheben, und, sind sie ausgewachsen, in Einer Linie stehen bleiben, wenn sie dem naturgemäßen Druck beim Kauen unterworfen werden, ist dies aber nicht der Fall, zu weit herauskommen, und am Ende ausfallen. Aus diesem Grunde fallen uns, wenn wir Zähne in der einen Kinnlade verloren haben, die entsprechenden auch in der andern aus, und dem Verlust der letztern läßt sich nur dadurch vorbeugen, daß man ihnen gegenüber mechanische Surrogate anbringt, wodurch sie wieder dem natürlichen Druck unterworfen werden. Aber dieses Gesetz ändert die Natur mit der größten Leichtigkeit und gleichsam nach Willkühr ab. Wir geben ein Beispiel hievon.

Beim Pferd stoßen die Vorderzähne beider Kinnladen, die sogenannten Fohlenzähne, zusammen und beißen das Gras ab. Da das Pferd sich von Pflanzen nährt, so muß es mit seinen Backzähnen kauen, und die Vorderzähne müssen nothwendig an der Bewegung des Kauens Theil nehmen. Wir werden sogleich sehen, wie dabei gegen ihre Abnützung Vorkehr getroffen ist. Aber bei den wiederkäuenden Thieren muß das Futter noch stärker durchgekaut werden, während zugleich die Vorderzähne ihre Schärfe behalten müssen. Deßhalb fehlen bei diesen Thieren die Vorderzähne in der obern Kinnlade, und an ihrer Stelle befindet sich ein Polster, welches das Gras faßt und dem scharfen Rande der untern Zähne entgegenhält, so daß es, vermittelst eines raschen Rucks mit dem Kopfe, wie mit einer Sichel abgeschnitten wird.

Auf diese Weise werden die Vorderzähne nicht abgenützt; obgleich ihnen aber nun im Oberkiefer keine entgegenstehen, so kommen sie doch nicht weiter heraus und werden wackelnd, wie es beim Menschen oder jedem andern Thiere als einem Wiederkäuer sicher der Fall seyn würde.

In der Familie der Nagethiere müssen die Vorderzähne eine scharfe Schneide haben. Wir wissen, wie unsern Werkzeugen eine solche Schneide gegeben wird; wir wissen aber auch, daß der Arbeiter von Zeit zu Zeit seinen Meisel auf den Schleifstein bringen muß. Beim Biber, beim Stachelschwein, bei der Ratte sind die Vorderzähne scharf und werden durch den Gebrauch doch nie abgestumpft. Der Knochen ist allerdings bei ihren Zähnen so dicht und hart, als dieser Stoff nur immer seyn kann; bestände aber der ganze Zahn aus demselben Material, so würde er trotz dem gleichförmig abgenutzt und die ursprüngliche Form des Werkzeugs müßte verloren gehen. Deßhalb ist eine andere Substanz, der Schmelz, der der Reibung noch besser widersteht, als der Knochen des Zahns, an der vordern Fläche desselben gleichsam eingelegt. Die Folge davon ist, daß der Schmelz scharf und frei emporragt, so daß er den Knochen des Zahns deckt und der abgenützten Fläche eine bestimmte Form gibt, d. h. die ursprüngliche erhält, welche darauf berechnet ist, zu schneiden wie ein Messer. Die Abnützung und die Anordnung des Materials beim Zahn sind so aufeinander berechnet, daß die schneidende Form fortwährend bleibt, so stark auch die Oberfläche abgenützt werden mag.

Der ausgebildete Zahn wächst nicht weiter nach, und da er durch Reibung abgenützt wird, wie bleibt denn die scharfe Schneide an ihrem Platze? Der Zimmermann treibt durch wiederholte Hammerschläge das Eisen in den Hobel, und wenn die scharfe Schneide im gehörigen Maaße über die Fläche vorspringt, fixirt er sie mit einem raschen Schlag auf den Keil: aber die Schneide an den meiselähnlichen Schneidezähnen der Nagethiere wird noch kunstreicher gerichtet.

Einmal ist der Zahn sehr lang und beschreibt eine krumme

Linie, die sich nicht leicht näher bezeichnen läßt, da sie in keinem Kegelschnitt aufgeht; dabei ist er aber so gerichtet, daß die Schneide mit dem gegenüberstehenden Zahn zusammentrifft, und seine Stellung bei der fortwährenden Abnützung auf das Wachsen des Kiefers berechnet. Wir haben eben gesagt, die Zähne wachsen nicht mehr; hier ist aber eine Ausnahme. Der Zahn des Nagethiers wächst, aber nicht wie sonst Knochen, sondern dadurch, daß sich neues Material an seine Wurzel ansetzt. So wird der Zahn des Nagers fortwährend und in seiner eigenthümlichen Krümmung aus dem Kiefer vorgeschoben und die Schneide bleibt trotz der Abnützung an ihrer Stelle. Diese Art des Wachsthums kommt sonst bei den Schneidezähnen keines Thiers vor.

Betrachten wir nun, wie die Kaufläche am Zahn eines grasfressenden Thiers gebildet ist. Sie muß rauh, uneben seyn, um die Körner, die Nahrung überhaupt zu packen. Ein glatter Mühlstein könnte das Korn nicht zu Mehl mahlen. Man nimmt daher zum untern Stein eine Art körnigten Sandsteins; in demselben sind kleine Theile Feldspath in weicherem Material eingesprengt, und so wird zwar die Oberfläche beständig abgerieben, aber der härtere Stoff widersteht der Reibung kräftiger als der weichere, und somit springt jener fortwährend über die Fläche hervor und erhält sie uneben und rauh, obgleich er selbst abgenützt wird. Beim Zahn des Grasfessers ist es nun ganz ebenso. Er besteht aus abwechselnden Lagen der härtesten Knochensubstanz, und eines noch dichtern Stoffs, des Schmelzes. In Folge dieser ungleichen Zusammensetzung wird zwar die Zahnfläche abgenützt, bleibt aber beständig uneben.

Eine weitere interessante Anordnung zeigt, daß diese Unregelmäßigkeit nichts weniger als etwas Zufälliges ist. Die hervorstehenden Linien oder Leisten von Schmelz haben nämlich eine verschiedene Richtung, je nachdem die verschiedenen Thiere ihre Kinnladen so oder anders bewegen. Beim Pferde und der Kuh laufen diese Leisten parallel mit dem Kiefer und also senkrecht auf die Richtung seiner Bewegung beim

Kauen, indem er bei diesen Thieren seitlich hin- und hergeschoben wird. Bei den Nagethieren dagegen läuft die Schmelzlinie des Mahlzahns quer über den Kiefer, und hier wird beim Kauen der Kiefer nicht zur Seite, sondern vor- und zurückgeschoben. Mit dieser Anordnung ist der Mahlzahn wirksamer als der beste Mühlstein. Wir sehen, wie die Unebenheit, die man so leicht für etwas Zufälliges halten könnte, sich genau auf die Art der Bewegung beim Kauen bezieht. Gleicherweise ließe sich ein Rapport zwischen den Zähnen und der Form des Kiefers und der Art seiner Einlenkung nachweisen; die bisherigen Beispiele mögen aber genügen.

Doch ehe wir von den Vorkehrungen wider die Abnützung der Zähne durch Reibung weiter gehen, haben wir noch ein paar interessante Fälle zu erwähnen. Der Elephant ist ein grasfressendes Thier, das sein Futter sehr stark durchkauen muß. Wie ist nun bei ihm der Mahlzahn wider die Kraft der Kiefer geschützt? Die Zähne bestehen bei ihm allerdings aus drei Substanzen; sie sind, wenn wir so sagen dürfen, noch sorgfältiger gebaut als die Zähne kleinerer grasfressenden Thiere, und trefflich gegen die Reibung beim Kauen berechnet; dabei ist aber noch ein besonderer Umstand. Die Substanz des einmal gebildeten Zahns kann sich nicht weiter verändern, aber durch Veränderung seiner Stellung in der Kinnlade konnte ein Effekt hervorgebracht werden, als ob dies wirklich der Fall wäre. Wenn der große Mahlzahn des Elephanten sich zuerst über den Kiefer erhebt, so ragt nur seine vordere Ecke hervor; im Maaß aber, als diese sich abnützt, dreht sich der Zahn um seinen Mittelpunkt, und indem er sachte, aber regelmäßig heraufrückt, kommt mehr und mehr von der Zahnfläche mit neuen Schmelzplatten zu Tag, bis er am Ende bis auf die Wurzeln abgenützt ist. Wir sehen hier somit, wie bei den Zähnen eines Thiers, das sehr lange zu leben hat, auf ganz eigenthümliche, ungewöhnliche Weise der Effekt der Reibung ausgeglichen ist. Der Zahn selbst hat sehr viel Schmelz in dichten, regelmäßigen Leisten; da aber das Material des Zahns der Reibung gegenüber nicht noch dauerhafter

gemacht werden konnte, so ist der künstliche Ausweg getroffen (im Sinne unseres Verfassers dürfen wir wohl so sprechen), daß der Zahn nicht einfach, wie sonst, über den Kiefer sich erhebt, sondern sich um eine Are dreht.

Die Natur weiß aber noch auf andere Weise der bei einer Maschine wie die Kauwerkzeuge unvermeidlichen Abnützung und Verderbniß zu begegnen, und bei der Vorkehrung, deren wir jetzt erwähnen, rücken nicht nur vollkommenere Zähne an die Stelle der beschädigten, sondern Zähne, die an Größe und Gestalt dem noch im Wachsthum befindlichen Kiefer entsprechen. Beim Krokodil z. B. sind die Zähne kegelförmig und sehr spitzig; sie müssen häufig, wo nicht abgerieben, doch abgebrochen werden, und es muß für Ersatz gesorgt seyn. Dies ist nun auch der Fall, und zwar auf folgende Weise: unter dem hervorstehenden Zahne liegt ein anderer von derselben Gestalt, und unter diesem ein zweiter und dritter. Je tiefer die Zähne im Kiefer stecken, desto breiter an der Basis, desto länger und stärker sind sie. Wird somit ein Zahn ausgerissen, so wird nur ein stärkerer, schärferer entblöst, der sofort nachrückt.

Bei andern Thieren wird derselbe Zweck auf andere Weise erreicht. Im Fischgeschlecht der Rochen, wozu der Hai gehört, ist noch sinnreicher für das Nachrücken der Zähne gesorgt. Die Kiefer gleichen hier einem mit vielen Reihen Zähnen besetzten Abschnitt eines Cylinders. Die Zähne der äussersten Reihe werden leicht ausgerissen oder nützen sich ab; in diesem Falle dreht sich die feste Basis, auf der die Zähne aufsitzen, und so rücken allmählich die hintern Reihen vor. Hier finden wir also nicht nur Zähne, scharf und schneidend wie eine Säge, es ist auch, wie das Ungestüm und die Gefräßigkeit des Thiers es erheischt, für raschen Ersatz gesorgt.

Es ist höchst interessant, welche Formveränderungen mit derselben Klasse von Organen vorgehen, während ihre ursprüngliche Bestimmung, den Magen mit Nahrung zu versorgen und diese für die Verdauung vorzubereiten, dieselbe bleibt. Was für Zähne hätten wir wohl dem Wallfisch

gegeben? Die größten Wallfischarten leben von einem kleinen Weichthier, das in den nördlichen Meeren sehr häufig ist. Hier sind nun die Zähne in eine hornartige Substanz, das sogenannte Fischbein, verwandelt, denn wir dürfen wohl so sagen. Das Fischbein ist in Platten an die obere Kinnlade befestigt und läuft in Reihen um den äußern Rand. Ihre freien Enden laufen in Fransen aus, wie wenn die Platten gespalten und auseinander gezupft wären, und diese Vorrichtung dient ohne Zweifel dazu, jene kleinen Thiere zurückzuhalten, während das Wasser durch die Zwischenräume wieder abläuft.

Bei dieser sonderbaren Bildung bedarf es nun natürlich weder starker Kiefer, noch gewaltiger Muskeln, sie zu bewegen. Der Kopf des Thiers braucht also in seinem Gewebe nicht dichter zu seyn, braucht nicht weniger Schwimmfähigkeit zu haben als der übrige Körper. Wie wäre aber nun zu helfen, wenn eine Wallfischart doch Kiefer und Zähne hätte, welche einigermaßen mit der Größe des Thiers in Verhältniß stünden? Das Thier könnte in diesem Falle nicht horizontal auf dem Wasser liegen, der Kopf sänke vermöge seiner Schwere unter und der Schwanz würde nach oben gerichtet. Wir brauchen übrigens unsern Scharfsinn nicht anzustrengen, wie hier zu helfen wäre: die Natur zeigt uns selbst, wie diesem Uebelstand zu begegnen ist. Der Pottfisch hat wirklich Zähne, dabei aber Höhlen in seinem Kopfe, welche mit einer Materie gefüllt sind, die viel leichter ist als Wasser, nämlich mit Wallrath; diese Substanz wiegt die Last der Kiefer und Zähne auf und stellt das Gleichgewicht des Körpers wieder her.

Wir haben uns vielleicht genug über diese Seite des vorliegenden Gegenstands ausgelassen; doch nachdem wir gesehen, wie merkwürdig die Zähne abgeändert sind, je nachdem sie zu schneiden oder zu malmen haben, müssen wir noch beschreiben, wie sie zuweilen auch zu andern Zwecken verwendet werden. Die Zähne werden im Allgemeinen in Schneidezähne, Hundszähne und Backzähne eingetheilt. Nehmen wir als

Beispiel die Hundszähne. Beim Menschen sind sie lang und stark; sie sitzen tief im Oberkiefer und heißen Augzähne; sie geben der Reihe der Schneidezähne Halt und Stütze. Bei den Fleischfressern heißen sie lauiarii, weil sie zum Packen und Zerreissen dienen, und entsprechen zu diesem Zwecke den gekrümmten Klauen dieser Thiere.

Die Stoßzähne des Elephanten gehören gleichfalls dieser Klasse an, und sie schützen den zwischen ihnen niederhängenden zarten Rüssel. Beim Eber ragen die Hundszähne weit hervor und werden starke Werkzeuge, nicht zum Beissen, Packen oder Verkleinern, sondern zum Reissen oder eigentlich Zerschneiden; die ganze Kraft des Thiers beim Vorwärtsstürzen ist nämlich gegen die Fangzähne gerichtet. Sie sind so wenig aufs Beissen berechnet, daß der Fangzahn der untern Kinnlade sich dicht an den der obern anschließt, und dadurch seine Basis stützt und ihn verstärkt. Die Fangzähne sind übrigens durchaus nicht bloß Offensivwaffen: der gewaltig starke Hals des Ebers ist vorzüglich auf das Umwühlen des Bodens und das Wurzelgraben mittelst der Fangzähne berechnet. Bei einer Schweinart, dem Babyroussa, ist der Fangzahn so stark gewunden, daß er auf den ersten Anblick völlig nutzlos erscheint; sicher dient hier der Fangzahn weder zum Packen, noch zum Zerreissen, noch zum Kauen, deßhalb ist er aber nicht unnütz. Das Thier entgeht seinen Feinden dadurch, daß es sehr rasch durch das Gebüsch bricht, und die Fangzähne sind nun so gestellt, daß sie die Zweige zur Seite weisen und so die Augen schützen.

Bei andern Thieren, wie beim Wallroß, werden die Hundszähne der obern Kinnlade auch zu Fangern, sie sind aber gerade nach der entgegengesetzten Richtung wie die des Elephanten geschwungen. Das Thier kann sich mittelst derselben an den Uferfelsen oder Eisbergen anhaken und sich so aufs Trockene ziehen, gerade wie sich der Papagei mit seinem Schnabel anhängt.

XI.

Fortsetzung. — Bildung und Wachsthum der Zähne.

Nachdem wir gesehen, wie trefflich diese Werkzeuge ihren verschiedenen Verrichtungen angepaßt sind, wird der Leser neugierig seyn, zu erfahren, wie sie sich bilden, wie sie mit so merkwürdiger „Voraussicht“ zubereitet werden. Schneidet man einen Zahn durch, so unterscheidet man drei Substanzen: den eigentlichen Zahnknochen oder die Elfenbeinsubstanz, den Schmelz, der ausnehmend hart ist und einen glasigen Bruch hat, und eine gewissermaßen von beiden sich unterscheidende Substanz, welche die englischen Anatomen crusta petrosa nennen, Cuvier aber ciment, Kitt. Diese drei Materien kommen übrigens nicht in allen Zähnen vor: manche bestehen bloß aus Knochensubstanz, wie die des Meerschweins und des Schnabelfisches; beim Menschen und den Fleischfressern ist der Knochen mit Schmelz überzogen, und bei den Grasfressern und Wiederkäuern sind alle drei Substanzen vereinigt.

Im Kapitel von den Knochen (Nr. II. des Anhangs) ist gezeigt worden, daß ihr Gewebe locker seyn muß zur Aufnahme von Blutgefäßen; denn der Knochen wird ernährt, und durch den Blutlauf wird in ihm ein Stoffwechsel bedingt. Aber die Zähne sind fast steinhart, und in ihnen kann daher

kein Blutumlauf statt finden; trotz dem besitzen sie Lebenskraft und sind durch diese mit Kiefer und Zahnfleisch innig verknüpft. Ein noch so reiner und vollkommener todter Zahn, den man in eine Zahnhöhle steckt, bleibt nicht länger darin, als ein Holzpflock oder ein Stück Metall: er verursacht Schmerz und Entzündung und wird ausgestoßen.

Denjenigen, nach deren Ansicht das Leben bloß ein Resultat der Organisation ist, möchte es schwer fallen, zu erklären, wie in einem Theil, wie der Knochen eines Zahns, der weder das, was sie Organisation nennen, noch Blutumlauf hat, ein ganzes Leben lang Lebenskraft bestehen und er dadurch mit dem Kiefer in Sympathie bleiben kann. Es ist dies eine der unerforschlichen Eigenschaften des lebenden Körpers, welche die Physiologie zu einer so ganz eigenthümlichen Wissenschaft machen, und zugleich ein Beispiel, daß es noch weit bewundernswürdigere Einrichtungen gibt als den bloß mechanischen Bau.

Doch wir haben zu zeigen, wie die verschiedenen Zahntheile sich bilden. Im Kiefer des jungen Thiers findet man einen Sack, welcher die Rudimente des Zahns enthält. Oeffnet man denselben, so glaubt man den Zahn vor sich zu sehen, es ist aber nur ein weich anzufühlender Körper von der Gestalt der Zahnkrone. Er heißt die Pulpe des Zahns oder der Zahnkeim; er ist Anfangs blaß, zu einer bestimmten Zeit aber wird er blutreich, und jetzt beginnt die Bildung des Knochens; rührt man ihn nun an, so kann man eine feine Schaale von ihm aufheben, welche die Form des Zahnkeims und des ausgebildeten Zahnes zugleich hat. Der so eingeleitete Prozeß setzt sich fort, indem sich eine Schichte um die andere von der Oberfläche des Keims ausscheidet, bis endlich der Knochen des Zahns, der Anfangs eine bloße Schaale war, ein dichter Körper wird mit einer kleinen Höhlung in der Mitte und einem feinen in sie führenden Loch; und der Keim, der die Größe und Gestalt des Zahns hatte, ist nun zu einem bloßen Klümpchen mit einem Nerven und mit Blutgefäßen eingeschrumpft.

Damit hat sich die ursprüngliche Verrichtung des Zahnkeims verändert; er dient aber immer noch einem höchst wichtigen Zwecke, denn dadurch, daß mit ihm ein empfindlicher Nerv im Zahn bleibt, wird er gewissermaßen seine Schutzwache. Die Zähne fühlen, was wir kauen, sie fühlen das kleinste Sandkorn und die verschiedenen Wärmegrade. Diese Empfindlichkeit ist nothwendig zu ihrem Schutz und zur Erhaltung ihrer Lebenskraft; aber die Empfindlichkeit hat nicht in der Substanz des Zahns, sondern im Nerven im Innern desselben ihren Sitz, und die Dichtigkeit des Zahns gibt das Medium ab, wodurch sowohl die mechanischen Schwingungen als die Wärme sich zum Nerven fortpflanzen.

Wir haben im Bisherigen gesehen, wie sich die Knochensubstanz des Zahns vom Zahnkeim absondert. Auf andere Weise bildet sich der Schmelz. Der Sack, welcher den weichen Zahnkeim und die Zahnrudimente umschließt, ist, wie sich anatomisch darthun läßt, sehr fein organisirt, und von seiner innern Fläche schwitzt eine Flüssigkeit aus, die sich auf die, vom Keim bereits gebildete Oberfläche des Zahnknochens niederschlägt, hier erstarrt oder gleichsam crystallisirt und zu Schmelz erhärtet.

Der Unterschied zwischen dem Knochen und dem Schmelz des Zahns, das heißt zwischen dem Gebilde des Keims und dem des Sacks, läßt sich durch einen einfachen Prozeß anschaulich machen. Taucht man den Zahn in verdünnte Salpeter- oder Salzsäure, so löst sich der Schmelz unter Aufbrausen auf und verschwindet ganz; wird dagegen der erdigte Stoff im Knochen aufgelöst, so bleibt eine knorpligte Substanz zurück, welche einen integrirenden Theil des Zahnknochens bildet. In seiner chemischen Zusammensetzung kommt der Zahnknochen mit den Knochen des Skelets so ziemlich überein, anatomisch aber nicht ganz, sofern er keine Blutgefäße enthält, wie der eigentliche Knochen.

Noch haben wir zu erklären, wie sich die zusammengesetzten Zähne der Grasfresser bilden. Hat man die Entwicklungsweise des einfachen Zahns gefaßt, so ist dies unschwer

deutlich zu machen. Der Zahnkeim hat Abtheilungen; er besteht nämlich aus parallelen, unten zusammenhängenden, nach oben aber freien Schichten mit bedeutenden Zwischenräumen. Diese Abtheilungen oder Fortsätze des Keims sondern an ihrer Oberfläche die Knochensubstanz ab, und so bilden sich natürlich Platten dieses dichten Materials zu jeder Seite der weichen Abtheilungen des Keimes. Es sind somit noch einmal soviel Knochenplatten als Fortsätze des Keims.

Jede Knochenplatte muß nun mit Schmelz überzogen werden. Dies wird dadurch bewerkstelligt, daß blinde Säcke oder Fortsätze der das Ganze umschließenden Kapsel sich von oben herab zwischen die Knochenplatten schieben, wo dann ihre eigenthümliche Secretion vor sich geht und der Schmelz abgelagert wird. Es scheint aber nun, daß diese Fortsätze, wenn sie am Ende dicht von Schmelzplatten, die sie selbst abgesondert, umschlossen werden, gleichsam eine weniger vollkommene Substanz aussondern, die man **crusta petrosa** oder Kitt nennt. Erhebt sich der also gebildete Zahn über das Zahnfleisch und beginnt er nun durch die Reibung abgenützt zu werden, so werden die durch die verschwundenen Fortsätze der Scheidewände des Sacks gebildeten Zwischenräume bloßgelegt, Theile des Futters werden in diese Spalten hineingezwängt, und durchschneidet man nun den Zahn, so findet man vier Substanzen in wechselnden Lagen: Knochen, Schmelz, **crusta petrosa** und fremde Materie.

Betrachten wir nun die langsame Ausbildung der noch tief im Kiefer steckenden Zähne, die eigenthümliche, nach der Bildung des Kiefers abgeänderte Weise ihres Wachsthums, die Artikulation des Kiefers am Kopfe, die Lage und die Kraft der den Kiefer bewegenden Muskeln, endlich die verschiedene Weise, wie das Thier sein Futter sucht, kaut und verdaut, so werden wir schwerlich bündigere Beweise für Absicht und Vorsicht verlangen, und wer etwa nicht befriedigt wäre, dürfte nur diese mechanischen Vorrichtungen weiter mit den Instinkten und Trieben der Thiere vergleichen.

Nur Ein Umstand ist noch merkwürdiger bei den Zähnen als ihr Mechanismus, nämlich ihr Verhältniß zur Lebenskraft. Ist es nicht ein wundervoller Vorgang, wenn Anfangs der Kiefer des Kindes, glatt, mit weichem Zahnfleisch, die Brustwarze umfaßt, und dann, wenn die erstarkte Verdauung kräftigere Nahrung erträgt, scharfe Zähne emporsprießen, eine ganze, schon längst vorbereitete Reihe, die ausgewachsen genau zu der Größe und Form des kindlichen Kiefers paßt? Kann Jemand sagen, warum diese Zähne zu einer bestimmten Zeit schwinden, um andern, stärkern und größern, wie der entwickeltere Kiefer sie verlangt, Platz zu machen? Der phosphorsaure, kohlensaure und flußsaure Kalk in den Milchzähnen und in den stehenbleibenden ist ganz derselbe; aber in Folge eines geheimen Schwindungsprozesses fallen erstere in der Kindheit aus und letztere dauern das ganze Leben lang.

XII.

Vom Mund.

Unser Verfasser stellt den Mund in allen seinen Theilen als einen reinen Mechanismus dar, und er entwirft ein sehr anziehendes Bild vom mannichfaltigen Bau des thierischen Munds. Indessen hat er, weit entfernt den Gegenstand zu erschöpfen, einige der interessantesten Punkte nicht berührt. Beim Menschen ist der Mund nicht deßhalb flach, weil er Hände hat, sondern weil er einen Theil des merkwürdigsten und wichtigsten aller thierischen Apparate, des Sprachorgans, ausmacht. Aus diesem Gesichtspunkte betrachten wir ihn hier besonders, und glauben, daß der Leser seine Aufmerksamkeit belohnt sehen wird.

Wir betrachten zugleich einige der gewöhnlichsten Attribute des Munds, und zuerst die Theile, mit denen wir am besten bekannt sind, die Lippen. Durch nichts lernen wir die Segnungen, deren wir theilhaftig sind, mehr schätzen, als durch tieferes Eindringen in den Bau eines Organs, das wir, weil wir es beständig vor Augen haben und es seinen Dienst ohne die mindeste Störung versieht, übersehen oder gering achten. Die Lippen nehmen die Nahrung auf und wirken beim Kauen mit; sie sind ein Haupttheil des Sprachorgans, sie spiegeln die Stimmungen der Seele ab, sie sind ausnehmend empfindlich für Berührung; es fällt uns aber nicht ein, uns über all dies zu wundern, oder es zu bewundern.

Wer einen Begriff vom Wesen der Muskeln hat, muß sich gleich denken, daß feine Muskelbündel gegen die Lippen zusammen und im Kreise um sie herlaufen. Wodurch erhalten aber die Lippen ihre Empfindlichkeit? Diese Frage drängte sich mir bei meinen Untersuchungen über die Nerven frühzeitig auf, und ich erwies durch Versuche, daß zwei Nerven in die Lippen verlaufen, wovon der eine die Sensation, der andere die Bewegung vermittelt. Die rothe Oberfläche der Lippen verdankt den hohen Grad ihrer Empfindlichkeit ausnehmend feinen Zotten, in welche die Enden des Empfindungsnerven auslaufen, und da diese Zotten nur eine sehr dünne, durchsichtige Oberhaut bedeckt, so geben sie ein sehr feines Tastorgan ab. Wir wissen, wie sich das Kind seiner Lippen bedient, um sich die allererste Kenntniß von den Eigenschaften der Körper zu verschaffen.

Gewiß hätte Niemand erwartet, daß sich in den Lippen zwei völlig geschiedene Organisationen combiniren müssen, wenn die geringste Handlung mit ihnen vorgenommen werden soll. Wird bei einem Thier der Bewegungsnerv durchschnitten und damit gelähmt, so bringt es die Lippen an das Futter, kann es aber nicht aufnehmen. Wird der Empfindungsnerv verletzt, so faßt zwar das Thier das Futter mit den Lippen, es fehlt ihm aber die Empfindlichkeit, welche den Lippen bei der Bewegung die Direktion zu geben hat. Dieses Faktum beweist, daß Empfindlichkeit und Bewegung getrennte, von verschiedenen Nerven abhängige Eigenschaften sind, aber beim einfachsten Akt, wie beim Aufnehmen des Futters in den Mund, combinirt seyn müssen. Wir sehen nun auch häufig bei Lähmungen, daß bald die eine, bald die andere Eigenschaft verloren geht, ein für den Arzt sehr wichtiger Umstand.

Nichts sonderbarer, als die Beobachtung, wie bei einem Menschen Lippen und Zunge vollkommen bewegungsfähig seyn können, und er doch den Bissen im Munde behält, ohne etwas davon zu wissen. Beim ersten Fall, wo ich einen krankhaften Zustand der Lippen beobachtete, der sich

ganz so äußerte, als ob der Empfindungsnerv an einer Seite des Gesichts durchschnitten worden wäre, war einem Mann vom Zahnarzt beim Ausziehen eines Zahns der Empfindungsnerv verletzt worden; als man ihm ein Glas Wasser reichte, behauptete er, das Glas sey zerbrochen: von dem Theil des Glases nämlich, der mit der einen Hälfte der Lippen in Berührung war, hatte er gar kein Gefühl, und bekam somit denselben Eindruck, als ob ein Stück aus dem Glas gebrochen wäre.

Bei den niedrigern Thieren ließe sich die Mannichfaltigkeit der Mundbildung ins Unendliche verfolgen; aber gleich bei den Säugethieren sehen wir in vielen Fällen die Lippen weit vorgebaut, wodurch sie dem Thier fast die Dienste einer Hand leisten. So besitzt das Pferd bedeutende Kraft in seinen Lippen. Beim Kameel, beim Elend, besonders aber beim Rhinoceros sind sie noch beweglicher, und bei letzterem ist die hakenförmige Verlängerung seiner Oberlippe sehr empfindlich; auch die Schnautze des Tapirs und der Rüssel des Elephanten gehören vielmehr den Lippen als der Nase an; dies geht aufs unzweideutigste daraus hervor, daß sie mit denselben, nur stärkern und längern Nerven versehen werden, wie beim Menschen die Lippen. Der Leser wundert sich wohl, wenn wir ihm sagen, daß beim Katzengeschlecht in die Haarwurzeln des sogenannten Schnurrbarts Zweige desselben Nerven verlaufen, der die Empfindlichkeit der Lippen vermittelt; und daß die Palpen und Fühlhörner der niedrigen Thiere, wie der Krustenthiere und Insekten, derselben Klasse von Organen angehören, ergibt sich aus demselben Umstande, nämlich aus der Beschaffenheit ihrer Nerven.

Hier wäre der Ort, von den Schnäbeln der Vögel zu sprechen, hätte sie nicht bereits unser Verfasser in den Kreis seiner Betrachtung gezogen. Wir beschäftigen uns daher lieber, im Sinne seiner Beweisführung, mit dem Bau der Zunge. Die menschliche Zunge ist ohne Zweifel das bewundernswürdigste aller Organe. Die lange, rauhe Zunge des Ochsen, die noch längere und beweglichere Zunge der Giraffe,

die Zunge der Insekten fressenden Thiere, des Bären, des Chamäleons, des Ameisenfressers, ferner die mannichfaltigen merkwürdigen Werkzeuge in Pfeil- oder Sägenform, deren Scheiden die Schnäbel Insekten fressender Vögel sind: all dies sind allerdings sinnreich auf die Lebensweise der Thiere berechnete Mechanismen; aber wir selbst besitzen ein Organ, dessen Bau, scheinbar einfach, alle jene an Feinheit übertrifft. Die menschliche Zunge mit ihren in allen Richtungen sich durchkreuzenden Muskelfasern, rund, weich, beweglich, ist schon als Organ zum Kauen und als Geschmacks- und Tastorgan bewundernswürdig, vollends aber als Sprachorgan, als welches sie die im Kehlkopf gebildeten Töne zu allen denkbaren Lauten modulirt. Auf der obern Fläche des sogenannten Zungenrückens finden sich rauhe Wärzchen oder Papillen, denen, die wir an Thierzungen bemerken, ziemlich ähnlich: sie sind die eigentlichen Geschmacksorgane. Einige derselben sind an der Spitze wie ein Pilz gebildet und ihr Stiel steigt aus dem Boden einer kleinen Grube auf, in welche die schmeckenden Theilchen der Nahrung sich hineinziehen, wodurch der Genuß beim Schmecken verlängert wird. Doch ein kleines Detail am Bau der Zunge erscheint noch merkwürdiger als Alles andere: betrachtet man die Papillen durch ein Vergrößerungsglas, so bemerkt man Körperchen, bestehend aus einer grauen Scheide, in der ein kleiner rother Punkt steckt: dieser Punkt ist einer Erection fähig, in welchem Zustand er eigentlich erst zum Geschmacksorgan wird. Er richtet sich auf, sobald der Bissen im Munde ist oder wenn wir eben im Begriffe stehen, Nahrung einzunehmen. Ferner sieht man andere, noch kleinere Fortsätze dicht über die Zungenfläche verbreitet, und in diese laufen die Spitzen der Tastnerven aus. Es muß uns somit mit gerechter Bewunderung erfüllen, wie viele Eigenschaften und Kräfte, jede mit einer eigenthümlichen Organisation, jede mit der andern im engen, merkwürdigsten Nexus, hier vereinigt sind; wie wir mit einem scheinbar so einfachen Organ zumal kauen, schlingen, die Töne moduliren, schmecken und tasten.

Kann, abgesehen von andern Sympathien zwischen den Theilen des Mundes, etwas deutlicher auf Absicht hinweisen, als was erfolgt, wenn ein Reiz auf die Zunge wirkt? Im selben Augenblick, wo jene schmeckenden Nervenspitzen angeregt werden, ergießt sich in den Mund in reichem Maaße und aus vier verschiedenen Oeffnungen, der Speichel,* die Flüssigkeit, welche das Kauen erleichtert und die Speisen direkt für das Geschäft des Magens vorbereitet.

Noch haben wir, bevor wir den Gegenstand verlassen, eines merkwürdigen Umstands zu erwähnen. Essen erscheint uns immer als ein Akt des Willens und mit Genuß verbunden. Nun ist aber bekannt, daß die Operation, oder doch etwas ganz Analoges im Magen vorgehen kann, wobei das Thier, wenigstens äußerlich, keine angenehme Empfindung zu erkennen gibt. Der Fleischmagen (mit dem wir bei den Vögeln am besten bekannt sind, der aber fast in allen Thierklassen bei solchen vorkommt, die sich von Vegetabilien nähren) läßt sich recht gut definiren als ein Kauorgan, wobei, ganz wie bei den Bewegungen des Kiefers, Muskelantagonisten in steter Wechselwirkung begriffen sind. Im Magen des Seekrebses sehen wir nicht nur die Kaumuskeln, sondern sogar die Zähne, und es scheint somit, die Funktion kann ganz im Innern des Körpers vor sich gehen, ohne Mitwirkung des Willens, und wahrscheinlich auch ohne die mit der Thätigkeit der Organe des Mundes vergesellschafteten Sensationen. Wir erwähnen dies hier, um den Leser darauf

---

* Daß dieser Stoff seinen Hauptdienst beim Kauen leistet, schließen wir daraus, weil bei den Wiederkäuern die Speicheldrüsen sehr groß sind und der Speichel sehr reichlich. Bei allen Thieren sind diese Drüsen so gelagert, daß sie bei den Bewegungen des Kiefers einen gelinden Druck erleiden; während daher ihr Gefäßapparat durch die Sympathie mit der Zunge zur Thätigkeit aufgerufen ist, wird die Flüssigkeit durch den Druck des Kiefers und der ihn bewegenden Muskeln aus den Ausführungsgängen gepreßt. Der Speichel ist weder sauer, noch alkalisch.

hinzuweisen, wie auch bei uns in der innern Oekonomie des Körpers viele Organe thätig sind, ohne daß etwas davon zu unserm Bewußtseyn kommt.

Unser Verfasser hat sehr zweckmäßig von Zeit zu Zeit Bildungsveränderungen hervorgehoben, wodurch das Thier zu einer eigenthümlichen Lebensweise befähigt wird. — Bei Landthieren muß der Akt des Schlingens auf die Luft berechnet seyn; bei solchen aber, die im Wasser leben und dabei doch Luft athmen, muß ein veränderter Bau eintreten. Das Krokodill packt seine Beute und taucht mit ihr unter. Es taucht nicht, wie der Fisch, dadurch, daß es eine Luftblase zusammendrückt, sondern, wie wir bereits oben gesehen, vermittelst einer eigenen Bildung seiner Rippen und Lunge. Könnte das Krokodill die Luft nicht weit vollständiger als die Säugethiere aus seiner Lunge treiben, so könnte es nicht ohne beständige Anstrengung auf dem Grunde des Wassers kriechen, noch daselbst still liegen. Auf den Umstand, daß das Thier seine Beute mit unter Wasser nimmt, ist nun aber bei ihm nicht nur Brustkasten und Lunge, sondern auch der Mund in seinem Bau berechnet. Das Krokodill hat keine Lippen: es sonnt sich am Ufer mit offenem Rachen, und Fliegen laufen ungestört hinein. Gegen diese ist die Luftröhre nicht durch Lippen, und die Empfindlichkeit des Munds, sondern durch einen Apparat geschützt, der die Mundhöhle vom Schlund und der Luftröhre abschließt. Eine solche Scheidewand zwischen den Höhlen ist nun durchaus nothwendig, wenn das Thier seine Beute packt; denn da es sich mit offenem Rachen ins Wasser stürzt, muß die Luftröhre gegen das Eindringen des Wassers verwahrt seyn. Zu diesem Zweck entspringt vom Körper des Zungenbeins eine quer laufende Gräthe, welche eine Falte der Zungenhaut aufhebt und damit hinten in der Mundhöhle eine Scheidewand bildet; der von oben herabhängende Vorhang des weichen Gaumens legt sich an den

Rand jener untern Scheidewand, und beide zusammen schließen so die vordere Höhle von der hintern vollkommen ab. Auf diese Weise kann das Thier seine Beute im offenen Munde halten, ohne daß Wasser in die Luftröhre dringt.

Mit diesen Bemerkungen verweisen wir den Leser auf S. 137 des Textes zurück: die dortigen Betrachtungen des Verfassers werden dadurch an Interesse gewinnen.

XIII.

Vom Hunger und Durst.

Aus guten Gründen haben wir die Beweise für die plan-volle Anlage der Organismen vorzüglich vom mechanischen Bau hergenommen. Jetzt aber betrachten wir auch einige Seiten der Lebenskraft, namentlich der Triebe und Appetite.

Hunger und Durst sind wahre Sinne, wenn auch ihr eigentlicher Sitz, ihr nächstes Organ nicht auszumitteln ist. Die mit ihnen vergesellschafteten Triebe und unbehaglichen Gefühle haben mit keiner andern Sensation etwas gemein. Ganz wie die Sinnen, dienen sie uns als Schutzwächter, und sind zugleich, wieder wie jene, Quellen Genusses.

Den Hunger definirt man als ein eigenthümliches Gefühl im Magen in Folge des Nichtvorhandenseyns von Nahrung. Dies kommt so ziemlich auf die Begriffe derjenigen hinaus, welche das Gefühl des Hungers von der mechanischen Einwirkung der Magenhäute aufeinander ableiteten, oder davon, daß der chemische Einfluß des Magensaftes den leeren Magen bedrohe. Aber ein leerer Magen bedingt keineswegs das Gefühl des Hungers. Im Gegentheil ist gerade die Zeit, wo die Speisen den Magen verlassen haben, die günstigste für körperliche und geistige Anstrengung. Die Raubthiere fressen nur nach langen Zwischenräumen, bei Schlangen und andern Thieren mit kaltem Blut steht es Tage, ja Wochen lang an, bis sie wieder Nahrung zu sich nehmen, das Pferd dagegen frißt beständig; sein Magen faßt höchstens vier Gallonen,

wirft man ihm aber einen Bündel Luzerne vor, so frißt es ohne Unterbrechung fort. Die Leere des Magens kann also nicht die Ursache des Hungers seyn.

Die natürliche Eßlust ist eine Sensation, die sich auf den Zustand des gesammten Körpersystems, keineswegs bloß auf den des Magens bezieht, weder mit seiner Thätigkeit, noch seiner Leere, noch der sauren Beschaffenheit seiner Säfte etwas zu schaffen hat; auch wird bei einem ausgehungerten Geschöpfe durch Anfüllung des Magens das Verlangen nach Speise nicht gestillt. Derselbe Impuls, unter dem wir die Speise schlingen, treibt das wiederkäuende Thier an, den Bissen aus seinem eigenen Magen heraufzuholen.

Das Wesen des Durstes verbreitet viel Licht über das des Hungers. Analog der oben angeführten Definition des Hungers, könnte man den Durst definiren als das Gefühl von Trockenheit und Zusammenziehung hinten im Mund und im Schlunde; aber Befeuchtung dieser Theile löscht nach starker Anstrengung oder im Fieber den Durst nicht. Wird einem durch langes Reden der Mund trocken, und rührt die Trokkenheit bloß vom Sprechen her, so kann man sich durch Anfeuchtung helfen, kommt sie aber von der fieberhaften Aufregung beim öffentlichen Auftreten, so läßt sich der Durst dadurch nicht stillen. Die folgende Thatsache ist in dieser Beziehung entscheidend. Ein Mann, der weit unten im Schlunde eine Wunde hatte, wurde von heftigem Durste geplagt; alle Flüssigkeit, die er schluckte, die aber durch die Wunde wieder nach außen abfloß, vermochte seinen Durst nicht zu löschen.

Der Durst bezieht sich also, wie der Hunger, auf die allgemeine Verfassung des Körpersystems, namentlich darauf, daß dem Kreislauf frische Flüssigkeit zugeführt werden muß. Deßhalb leidet ein Mensch, der an Blutverlust stirbt, grausamen Durst. Beim Durst, wie beim Hunger, ist Befriedigung eines Triebs der Weg, auf welchem der Körper versorgt wird; und man wird leicht zugeben, daß bei diesen Trieben die angenehmen Empfindungen die unangenehmen weit

überwiegen. Sie mahnen leise an die Bedürfnisse des Körpers und sind ein fortwährendes Motiv der Thätigkeit.

Das Athmen ist, wie wir gesehen haben, zum Leben noch unentbehrlicher als das Essen; an das Athmen werden wir aber auf ganz andere Weise gemahnt. Ein Appetit setzt Zwischenzeiten von Sättigung und Gleichgültigkeit voraus. Die nie unterbrochene Funktion des Athmens konnte nun aber nicht durch einen beständig wirkenden Trieb erhalten werden; eine solche Einförmigkeit der Sensation können wir uns gar nicht denken. Das Athmen ist daher ein Akt des Instinkts, und Schmerz und Todesangst waren hier die einzigen Mittel, wodurch die Störungen einer für das Leben so unbedingt nothwendigen Funktion gehörig überwacht werden konnten. Hier thut der Schmerz, wozu ein Trieb und der Reiz der Lust nicht ausreichten.

XIV.

Der Magen des Pferdes.

Ein Lieblingsbeispiel, wenn es sich davon handelt, die Uebereinstimmung zwischen dem Bau der Thiere und ihrer Lebensweise darzuthun, ist das Kameel, das Schiff der Wüste, und es ist allerdings sehr merkwürdig, wie bei diesem Thier Auge, Nase, Fuß, der celligte Magen und die Ausdauer auf die Sandwüste berechnet sind. Aber Betrachtung unserer Hausthiere entspricht unserm Zwecke besser, und unter ihnen verdient die meiste Aufmerksamkeit das Pferd.

Unter allen Thieren hat das Pferd im Verhältniß seiner Größe den kleinsten Magen. Man sieht aber leicht, daß es, hätte es den vierfachen, wiederkäuenden Magen des Ochsen, nicht jeder Zeit zu starker Bewegung bereit wäre; der Reisende könnte dann nicht nach Belieben sein Roß füttern und wieder aufbrechen. Der Magen des Pferdes ist selbst im Zustand der Ausdehnung nicht so groß, daß er dem Athem und der Flüchtigkeit des Thiers Eintrag thun könnte, und das Futter geht stetiger, regelmäßiger hindurch als bei irgend einem Thiere. Ein Beweis hiefür ist, daß das Pferd keine Gallenblase hat. Jedermann weiß wohl, daß Galle, das Produkt der Leber, ein nothwendiges Ingrediens beim Verdauungsprozesse ist, und die an der Leber hängende Gallenblase ist der Behälter, in dem sich die Galle sammelt. Wo die Verdauung in einem großen Magen vor sich geht, der die Speisen in größern Massen und nur nach längern Zwischenräumen in den Darm entläßt, da ist eine Gallenblase

nothwendig, und in Folge der zwischen Magen und Gallenblase stattfindenden Sympathie füllen und leeren sie sich zu gleicher Zeit. Wenn somit das Pferd wohl Galle, aber keine Gallenblase hat, so setzt dies einen fast ununterbrochenen Verdauungsprozeß voraus, und dieser ist wieder eine Folge der Kleinheit des Magens.

Eine andere Eigenthümlichkeit beim Pferde ist sein Verhalten zum Wasser. Beim Kameel setzt sich das Wasser, das es trinkt, in Cellen ab, die mit dem Magen zusammenhängen; trinkt aber ein Pferd einen Eimer voll Wasser aus, so ist in acht Minuten nichts mehr davon im Magen: es ist rasch durchgegangen in den geräumigen Darm und Blinddarm. Diese eigenthümliche Anordnung der Verdauungsorgane beim Pferde steht offenbar im genauesten Zusammenhang mit seiner ganzen Bildung, und namentlich mit seiner Fähigkeit zu allaugenblicklicher, starker und lang anhaltender Bewegung.

XV.

Vom Fleischmagen.

(Gizzard.)

Der Fleischmagen ist ein Lieblingsbeispiel unsers Verfassers: er kommt in Kap. X, XII, XV, XVI vor.

Der Schnabel steht in vielfachem Rapport mit der äußern wie mit der innern Bildung des Vogels. Wenn wir sehen, wie der Vogel sein Gefieder mit dem Schnabel putzt und jede Feder von der Wurzel zur Spitze kämmt und streicht, so fällt es in die Augen, daß Federn, so trefflich sie auch zum Flug und zum Schutz wider Kälte und Nässe gebaut sind, mit der Zunge und den Zähnen des vierfüßigen Thiers unverträglich wären. Die rauhe Zunge dränge nicht in ihre Zwischenräume, und die plumpe Weise, wie der Hund mit seinen Zähnen operirt, vertrüge sich schlecht mit dem zarten Bau des Gefieders. Mit einem Schnabel ist daher die Abwesenheit von Zähnen und Speicheldrüsen gegeben. Auch Lippen und fleischigte Wangen sind nothwendig zum Kauen, und so vertraut wir mit dem Vorgang sind, so ließe sich doch ein ganzes Kapitel darüber schreiben, wie Wangen und Lippen, Speicheldrüsen und Zähne zusammenwirken müssen, bevor ein Bissen niedergeschluckt werden kann, und wie die ganze Reihe von Thätigkeiten ins Stocken geräth, wenn auch nur ein einziger Faden von den jene Organe versehenden Nerven nicht in Ordnung ist. Wir haben nun zu zeigen, wie beim Vogel, der nicht kaut, diese Funktion auf anderm Wege im Innern des Körpers vermittelt wird.

Der Fleischmagen versieht völlig den Dienst der Kaumuskeln und der Zähne. Er besteht aus einem derben, hohlen Muskel; der dunkle Theil ist die eigentliche Muskelsubstanz, der schillernde Theil dagegen ist die Sehne, an welche die Muskelfasern befestigt sind. Es sind eigentlich zwei Muskeln mit einer Sehne in der Mitte, was die Anatomen einen digastrischen oder zweibäuchigen Muskel nennen. Die innere Höhlung ist mit einer dichten, rauhen, unempfindlichen Haut ausgekleidet, und man findet immer kleine Steinchen darin, meistens Quarz, wenn der Instinkt des Thiers sich welchen verschaffen kann. Das Futter mischt sich mit diesen Steinchen, und wenn wir das Ohr dicht an den Körper eines Vogels halten, so hören wir das Mahlen des Magens so deutlich als das Kauen des Pferdes in der Krippe. Dieser zweibäuchige Muskel ist in Wahrheit der reine Stellvertreter der Kaumuskeln, und die Sandkörner übernehmen das Geschäft der Zähne, mit dem Nebenvortheil, daß, wenn sie völlig zerrieben sind, der Instinkt des Vogels für neue sorgt. Er pickt kleine Steinchen so begierig auf als Körner. Manche haben dies auf Rechnung der Einfalt des Thiers geschrieben; aber die Vernunft soll den Instinkt nicht meistern.

Erinnern wir uns, welche Vorkehrungen von der Natur wider die Reibung getroffen sind, damit ein Zahn die volle Lebenszeit eines grasfressenden vierfüßigen Thiers aushalte, so wird uns klar, wie trefflich dieses einfache Zahnsurrogat berechnet ist, indem es ein so kleines Thier wie eine Taube in Stand setzt, das Material seines Futters so gut zu bezwingen, wie das Pferd mit seinen mächtigen Kiefern und starken Mahlzähnen.

Wir haben indessen hiemit nur ein neues Kauwerkzeug, eine Maschine zur Verkleinerung des Futters beschrieben; doch damit ist noch nicht Alles ersetzt, was dem Vogel im Munde fehlt. Im Vorbeigehen bemerken wir hier aber, daß der Fleischmagen nicht ausschließlich den Vögeln zukommt. Manche Forellen und die Barbe haben Fleischmägen, ebenso der zahnlose Ameisenfresser: er lebt von schaaligen, harten

Insekten, namentlich Käfern, und um die Zerreibung derselben in seinem muskulosen Magen zu fördern, verschlingt er kleine Steine, wie das Hausgeflügel.

Bevor beim Vogel das Futter in diese Mahlmaschine hinabgelangt, verweilt es im Kropf; aus dem Kropf gelangt es nun allmälig in die sogenannte cavitas cardiaca, d. h. in die erste Abtheilung des Magens, den Vormagen. In diesem liegen die Drüsen, welche den zur Verdauung nothwendigen Magensaft absondern, und hier haben wir auch einer eigenthümlichen Vorrichtung an der obern Oeffnung des Muskelmagens zu erwähnen: ein Theil des Muskels greift nämlich über den andern vor, dadurch bekommt der Eingang eine schiefe Stellung, und in Folge hievon kann das im Magen Enthaltene während der starken mahlenden Bewegung nicht wieder aufwärts gedrückt werden. Man meinte früher, durch diese mechanische Wirkung des Fleischmagens werde das Futter so zubereitet, daß es sofort zur Ernährung des Körpers dienen könne; wir wiederholen es aber, der Magen hat nichts zu thun, als das harte Futter zu verkleinern, und es für die Einwirkung der eigentlichen verdauenden Flüssigkeit, des Magensafts, vorzubereiten, und Verdauung muß vor Allem der Assimilation vorangehen.

Noch haben wir eines weitern interessanten Moments zu erwähnen. Die untere Oeffnung des Fleischmagens gegen den ersten Darm, den sogenannten Zwölffingerdarm, ist bei verschiedenen Vogelfamilien verschiedentlich verwahrt. Bei Vögeln, welche reichliches Futter haben, befindet sich unten am Magen keine Klappe, um es zurückzuhalten, so daß ein bedeutender Theil der Körner, welche sie fressen, unverdaut durchgeht. Besäßen Raubvögel denselben Mahlapparat wie körnerfressende Vögel, so wäre unsere ganze Folgerung umgestoßen; aber bei ihnen ist der Fleischmagen sehr schwach, die häutige Auskleidung desselben sehr dünn, und die Magendrüsen, welche den Magensaft absondern, sind sehr groß. Bei diesen Vögeln findet sich auch kein, zur Einweichung des Futters dienender Kropf, wie beim Hausgeflügel.

Unser Verfasser sagt, die eine Klasse von Vögeln könne keine Körner, die andere kein Fleisch verdauen. Buchstäblich genommen, stimmt dies aber nicht mit Hunters Versuchen: dieser brachte es dahin, daß fleischfressende Vögel sich von Körnern, körnerfressende sich von Fleisch nährten. Da aber ein solcher Wechsel der Lebensweise nur ganz allmälig herbeigeführt werden kann, so wird das Argument unseres Verfassers im Ganzen dadurch nicht angetastet.

Thierischer und vegetabilischer Stoff kommen allem nach, was die einfachsten Bestandtheile betrifft, so ziemlich miteinander überein, und der letzte Assimilationsakt ist daher bei allen Thieren wahrscheinlich ein ganz analoger: die Verschiedenheit im Bau und der Organisation des Magens hängt am Ende nur davon ab, ob in dem rohen Futter, das verschluckt wird, mehr oder weniger Nahrungsstoff enthalten ist. Bei einem von Vegetabilien sich nährenden Thier muß, wegen der Armuth des Futters an nährenden Bestandtheilen, der Verdauungsprozeß fast unaufhörlich fortgehen, und sein Futter bietet sich ihm in der Regel in reicher Fülle. Das fleischfressende Thier dagegen stopft sich nur nach langen, unregelmäßigen Intervallen mit Speise; denn es muß seine Beute aufsuchen, und findet sie nicht immer; dann ist aber auch das Futter weit reicher an Nahrungsstoff und braucht nur noch den letzten Assimilationsprozeß durchzumachen. Daß der verschiedene, einfachere oder complizirtere Bau der Verdauungsorgane von der Beschaffenheit der Nahrung abhängt, zeigt sich nicht nur bei Vierfüßern und Vögeln, sondern auch bei Fischen und Insekten. Insekten, die Blut saugen, haben einen ganz einfachen Darmkanal, der Grashüpfer und die weiße Ameise dagegen, die sich von Vegetabilien nähren, einen sehr complicirten. Ganz aus demselben Grunde ist der Darmkanal des Löwen kurz und weit, der der Ziege lang und verwickelt.

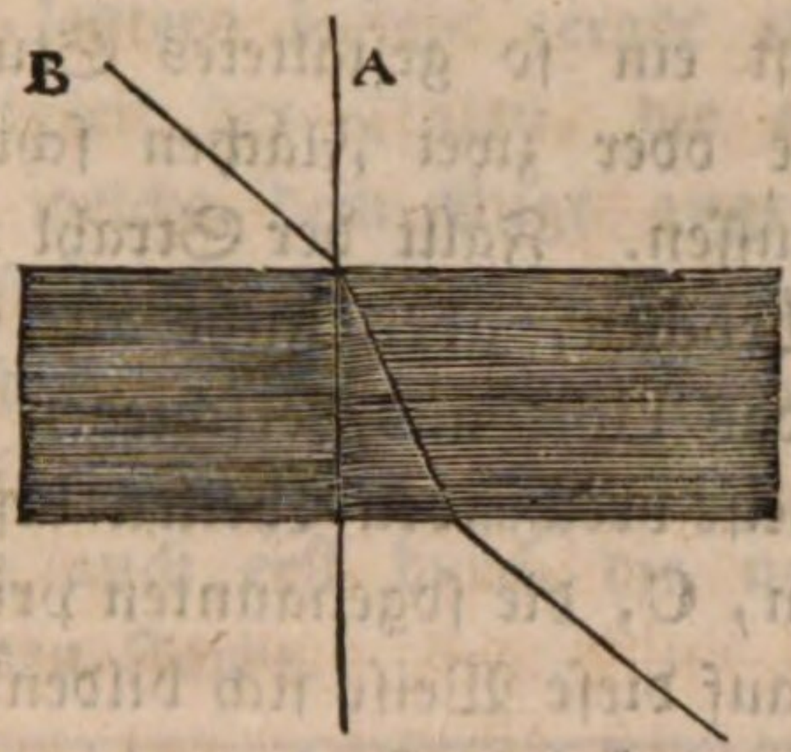
XVI.

Von den Lichtstrahlen, ihrer Brechung und Reflexion.

Das Wesen des Lichts war von jeher eine große Streitfrage. Nach Newtons Theorie gehen von den leuchtenden Körpern unendlich kleine Theilchen aus, die sich mit ungeheurer Geschwindigkeit bewegen. „Wer," sagt John Herschel, „wird es einem aufs Wort glauben, daß in einer Sekunde, in einem Pendelschlag ein Lichtstrahl 40,000 geographische Meilen zurücklegt, und somit die Erde in weniger Zeit umkreiste, als ein flinker Renner zu einem Satze braucht?" Kurz, nur der Zug der Schwere ist damit zu vergleichen, der so augenblicklich wirkt, daß sich die Zeit gar nicht berechnen läßt.

Eine andere Theorie stellt Huyghens auf: nach ihm erfüllt den ganzen Raum ein höchst elastisches Fluidum, und dieses bringt, in Schwingungen versetzt, die Erscheinungen des Lichts hervor. An die Stelle der vom leuchtenden Körper ausgehenden feinen Theilchen treten hier Wellen oder Schwingungen, die sich durch den elastischen Aether fortpflanzen. Young und verschiedene deutsche und französische Physiker nahmen in neuerer Zeit diese Hypothese wieder auf und unterstützten sie durch sinnreiche Versuche. Sie scheint indessen, obgleich sie an der Tagesordnung ist, noch manchen Schwierigkeiten zu unterliegen. Die Undulationstheorie setzt eine Vorwärts- und Rückwärtsbewegung des elastischen Mediums voraus, und damit ist der Begriff von Retardation

gegeben. Hier ist indessen nicht der Ort, die Vorzüge beider Theorien zu besprechen. Für unsern Zweck reicht es vollkommen hin, wenn wir mit einem Federstrich einen Lichtstrahl vorstellen und einige der Gesetze erläutern, denen er beim Durchgehen durch transparente Körper unterliegt.



Wenn der Lichtstrahl, wie **A**, senkrecht aus einem dünnern Medium in ein dichteres fällt, wie z. B. aus Luft in Wasser, so bleibt seine Richtung unverändert dieselbe; fällt er aber schief auf, wie **B**, so ändert sich seine Richtung, er macht plötzlich einen Winkel gegen die Perpendikularlinie hin, und erscheint wie gebrochen: dies nennt man daher die Brechung. Zwei Umstände kommen somit beim Lichtstrahl in Berechnung: der Winkel, unter dem er auffällt, und die Dichtigkeit des Körpers, durch welchen er hindurchgeht. Geht der Strahl **B** aus dem dichtern Medium ins dünnere über, so wird er wieder gebrochen, aber von der Perpendikularlinie abwärts, und verfolgt seine ursprüngliche Richtung, vorausgesetzt, daß die Fläche, von der er abgeht, derjenigen, auf die er auffiel, parallel ist.

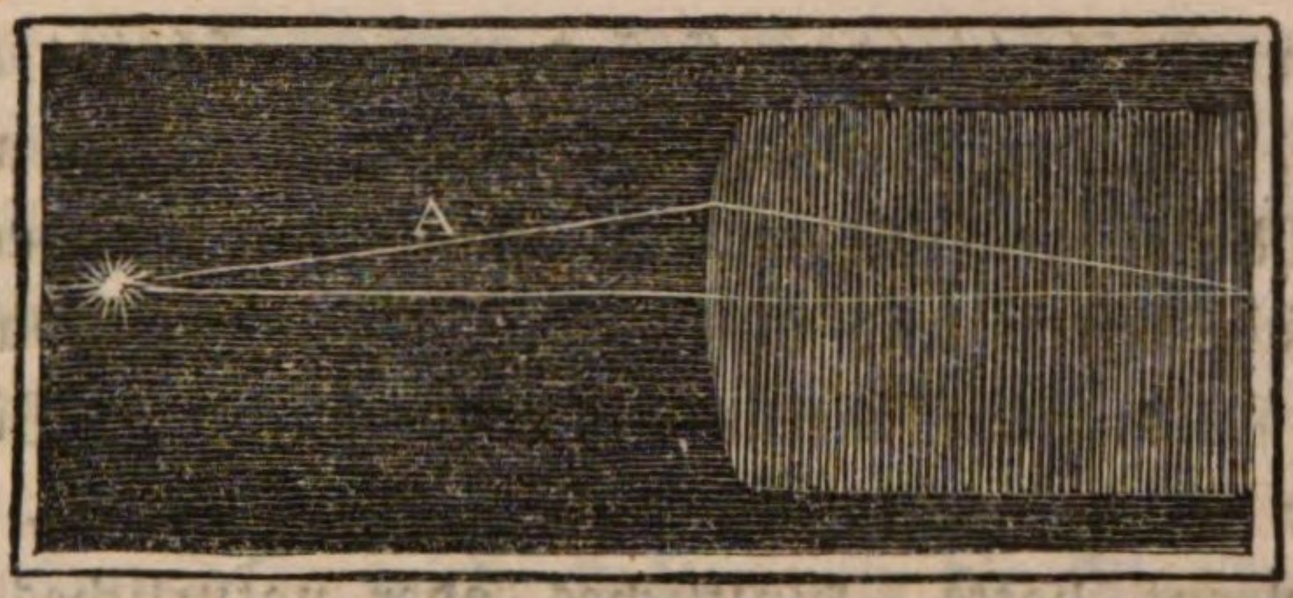
Fällt ein Lichtstrahl auf einen undurchsichtigen oder nur wenig durchsichtigen Körper, so wird er zum Theil zurückgeworfen oder reflektirt; gelangt er so ins Auge, so gibt er uns einen Eindruck von der Gestalt und Farbe des Gegenstandes.

Doch dies bedarf noch einer nähern Erklärung; denn auf welche Weise mögen die reflektirten Strahlen den Eindruck der Farbe geben?

Das Prisma ist ein so gestaltetes Stück Glas, daß die Strahlen auf eine oder zwei Flächen schief fallen und gebrochen werden müssen. Fällt der Strahl **A** auf das Prisma **B**, so wird er gebrochen, aber nicht alle seine Theile gleichmäßig, und da das Licht aus verschieden gefärbten und sich auf verschiedene Weise brechenden Theilen besteht, so wird es in verschiedene Farben, **C**, die sogenannten prismatischen Farben, zerstreut. Das auf diese Weise sich bildende Farbenbild oder Spectrum besteht aus sieben Farben; die am schwächsten gebrochene ist die rothe, und von da an folgen Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violett. Werden diese Strahlen wieder zusammengebrochen, indem man sie durch ein convexes Glas gehen läßt, das sie, weil sie schief darauf auffallen, in einen Punkt sammelt, so erscheint dieser Lichtfocus wiederum farblos. Einige neuere Physiker haben diese prismatischen Farben Newtons auf drei Grundfarben zurückgeführt, auf Roth, Gelb und Blau; denn durch Uebereinandersetzen dieser drei lassen sich jene sieben Schattirungen herausbringen. Nach einer andern, allerdings kaum zu widerlegenden Ansicht gibt es gar keine geschiedenen Farben, sondern vom äußersten Roth bis zum äußersten Violett findet nur ein allmäliger Uebergang statt.

Hiernach wird uns der Grund der Färbung der Naturkörper deutlich. Wenn Licht auf einen Körper fällt, selbst auf den durchsichtigsten, so dringt ein Theil desselben in ihn ein, ein anderer wird reflektirt, ein dritter wird zerstreut oder geht verloren. Ein Tuch färben, heißt ihm die Disposition ertheilen, daß es gewisse Lichtstrahlen stärker zurückwirft als andere, und die Farbe entspricht dem Strahl, oder den combinirten Strahlen, die solchergestalt abprallen und ins Auge gelangen.

Es führt uns dies von selbst auf die Betrachtung, wie alle Mannichfaltigkeit und Schönheit in der Natur ein Ausfluß dieser Eigenschaft des Lichtstrahles ist. Wie öde wäre die Oberfläche der Erde, wenn es nur weißes Licht gäbe! Aller Reiz des Gartens, der Landschaft wäre dann verloren. Die Schönheit der letztern besteht gerade in der fast unendlichen Mannichfaltigkeit der Tinten, die aber alle Farbentönen angehören, welche dem Auge angenehm und wohlthätig sind und sympathetisch zu unserem Gefühl sprechen. Wohl spricht uns das menschliche Antlitz schon durch Ausdruck und Bewegung aufs Lebhafteste an, aber seinen eigentlichen Reiz erhält es doch auch erst durch die nach der Gemüthsbewegung wechselnden Farbe.



Um nach den bisherigen Sätzen den Bau des Auges erklären zu können, haben wir noch zu zeigen, wie die von einem Körper ausgehenden und auf ein converes Glas fallenden Strahlen gebrochen werden. Der auf den Mittelpunkt des Glases, also senkrecht auf dasselbe fallende Strahl geht ganz gerade durch; aber je weiter vom Mittelpunkt weg der Strahl auffällt, desto schiefer trifft er wegen der Krümmung der Fläche auf, und da die Brechung sämmtlicher Strahlen der Schiefe ihres Auffallens proportional ist, so convergiren sie gegen den geradeauslaufenden Strahl im Mittelpunkt. So wird der Strahl **A**, wenn er aus der Luft auf das Glas trifft und durch dasselbe durchgeht, gegen die Perpendikularlinie in dem Verhältniß gebrochen, in dem er weiter von ihr weg auffällt. Diese wenigen einfachen Sätze reichen wohl hin zum Verständniß der folgenden Vergleichung zwischen dem Auge und optischen Werkzeugen.

XVII.

Vergleichung des Auges mit optischen Werkzeugen.

In der Geschichte der Erfindungen erscheint es wirklich auffallend, daß der Bau des thierischen Körpers nicht häufiger zum Muster gewählt worden ist. Man wundert sich mit Recht, daß Teleskop und Mikroskop so neue Erfindungen sind, da doch, sollte man meinen, die durchsichtige Wölbung des Auges zur Nachahmung hätte auffordern sollen, sobald der Mensch gelernt hatte, künstliches oder natürliches Glas zu formen. Man denkt dabei an Lokes Aeußerung bei Gelegenheit einer Entdeckung: sie beweise, daß die Welt noch nicht so gar alt sey. Das Mikroscop und das Teleskop sind aber durch ihre Folgen bei weitem die wichtigsten Entdeckungen der alten und der neuern Zeit. Durch das erstere thut sich ein unermeßlicher Raum vor uns auf mit neuen Welten und Weltsystemen, mit neuen Gesetzen der Bewegung und Anziehung; mittelst des Mikroskops dringen wir in den unendlich feinen Bau von Thieren und Naturgegenständen überhaupt ein, die ohne das Werkzeug gar nicht sichtbar wären. Aber diese Instrumente stehen darum mit dem Auge nicht im Widerspruch: im Gegentheil, durch die Vergleichung derselben lernen wir erst recht den wundervollen Bau unseres Auges kennen, eines Organs, das jetzt hinausreicht zu den Himmelskörpern und ihren Bahnen, und den Augenblick darauf sich aufs Unmittelbarste beschränkt, wie auf die in

den Zügen des Menschenantlitzes sich spiegelnden Gefühle und Leidenschaften.

Sehen wir ganz ab von den im Auge waltenden Lebenskräften, wie von der so ausnehmend vielseitigen und abgestuften Empfindlichkeit des Sehnervens, und beschränken wir uns auf das uns leichter Verständliche, wie den Mechanismus des Augs und die optischen Gesetze in ihrer Anwendung auf die Feuchtigkeiten desselben, so bleiben uns noch genug Gegenstände der Bewunderung.

Betrachten wir eine Glaslinse, so sehen wir, wenn sie noch so sorgfältig polirt ist, ihre gewölbte Oberfläche; das heißt, die Lichtstrahlen, welche diese Oberfläche treffen, gehen nicht alle durch sie hindurch, sondern werden zum Theil gegen unser Auge zurückgeworfen, und dies ist der Grund, warum wir die Fläche sehen. Die Fläche der Hornhaut des menschlichen Auges aber sehen wir nicht: ein offenbarer Vorzug vor dem künstlichen Werkzeug, denn es ist damit gegeben, daß sämmtliche Lichtstrahlen, welche die Hornhaut treffen, in sie eindringen und gebrochen werden, kein einziger gegen unser Auge zurückgeworfen wird. Halten wir die Glaslinse zwischen zwei Fingern unter Wasser, so sehen wir sie nicht mehr, so durchsichtig auch das Wasser ist. Dies kommt daher, daß die Lichtstrahlen, wenn sie aus einem dünnen Medium in ein dichteres übergehen, im Verhältniß, als der Unterschied der Dichtigkeit größer ist, stärker zurückgeworfen werden. Ist in unserm Beispiel der Lichtstrahl einmal ins Wasser gedrungen, so geht er auch durch das Glas, weil der Unterschied der Dichtigkeit zwischen Wasser und Glas nicht so groß ist, als zwischen Luft und Wasser. Daraus ergibt sich, wie wesentlich es ist, daß die Hornhaut beständig mit Thränenfeuchtigkeit benetzt wird; denn so dünn auch diese Wasserschichte auf der Augenfläche seyn mag, sie reicht hin, um zu bewirken, daß die Strahlen, welche sonst zurückgeworfen würden, durch die Hornhaut durchgehen.

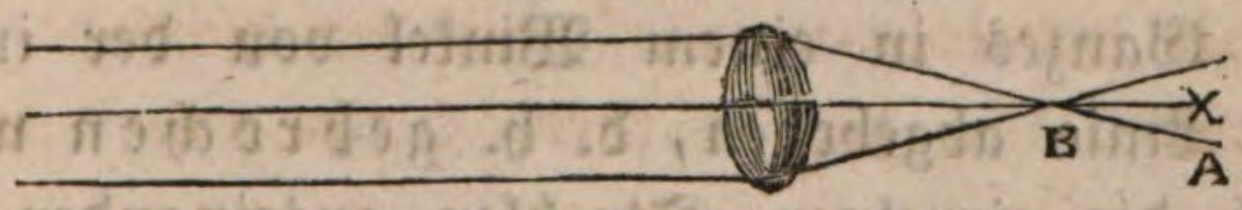
Das Wesen sämmtlicher Flüssigkeiten des Auges ist diesem Gesetz angepaßt. Nirgends findet sich ein rascher Uebergang

von einem dünnen zu einem dichten Mittel. Der Strahl geht von der Hornhaut weg durch die in der vordern Augenkammer vor der Iris befindliche sogenannte wäßrigte Feuchtigkeit, und von dieser in die Linse oder die Krystallfeuchtigkeit. Wäre letztere in ihrer ganzen Masse durchaus so dicht, wie ihr Mittelpunkt, so würde der Strahl zum Theil von ihrer Fläche zurückgeworfen. Nun ist sie aber nicht gleichförmig, wie ein Stück Glas, sondern besteht aus concentrischen Schichten, welche von der Fläche gegen den Mittelpunkt immer dichter werden. Betrachten wir zuerst die ganze Linse und nehmen sodann die concentrischen Schichten weg, so sehen wir die Fläche des innern Kerns deutlicher als die äussere, natürliche Fläche. Der Grund hievon erräth sich leicht: der Kern ist, der äußern Fläche gegenüber, um so viel dichter als die Luft, daß er auch weit mehr Strahlen zurückwirft. Wir sehen jetzt auch die Zweckmäßigkeit der Vorkehrung ein, daß die Krystalllinse in der sogenannten Morgagnischen Flüssigkeit schwimmt, die nur um ganz Weniges dichter ist als die wäßrigte Feuchtigkeit. Die äußere Fläche der Linse selbst ist nur wenig dichter als die sie umgebende Flüssigkeit, die Schichten der Linse nehmen gegen den Mittelpunkt stetig an Dichtigkeit zu, und wenn wir somit den Gang des Strahls durch die Linse zeichnen wollen, dürfen wir nicht, wie bei gewöhnlichen Abbildungen, einen geraden Federstrich machen, sondern müssen eine krumme Linie beschreiben, um anzuzeigen, wie er allmählich durch hintereinanderliegende durchsichtige Schichten gebrochen wird. In der vordern Hälfte seines Durchgangs

trifft der Strahl Medien von wachsender Dichtigkeit, hinten hinaus aber geht er durch Medien, deren Dichtigkeit fortwährend abnimmt. Nirgends trifft er auf seinem Wege eine plötzliche Vermehrung der Dichtigkeit, wodurch eben theilweise

Zurückwerfung der Strahlen bedingt wird, und er geht immer noch gebrochen durch die Glasfeuchtigkeit, da die Dichtigkeit dieses Körpers mit der der hintern Fläche der Linse im richtigem Verhältniß steht. — Unsere Atmosphäre ist zur Aufnahme des von der Sonne oder den Gestirnen kommenden Lichts ähnlich constituirt: die Dichtigkeit der Luft nimmt mit der Höhe über der Erde ab, und die Grenze des Luftkreises kann sich hinsichtlich der Dünnheit vom Weltraum nicht sehr unterscheiden; das auf die Atmosphäre fallende Licht dringt also reichlicher in sie ein, als wenn die ganze Luft durchaus so dicht wäre wie an der Erde. Wir sehen somit, wie weit vollkommener schon hiedurch das Auge ist, als jedes Instrument von Glas: dieses ist durchaus gleich dicht, und die Fernröhre muß eine Reihe von Flächen bilden, wobei dünnere und dichtere Medien, scharf abgeschnitten, den durchgehenden Strahlen dargeboten werden.

Durch diesen eigenthümlichen Bau der Linse wird noch ein weiteres günstiges Resultat erzielt. Ein Vergrößerungsglas ist nie ganz richtig: immer findet beim Sammeln des Lichtbündels in einen Brennpunkt eine Aberration der Strahlen statt. Die in der Nähe des Mittelpunkts des Glases durchgehenden Strahlen fallen eine Strecke jenseits derjenigen, welche näher am Rande durchgehen, in den Focus. In der vorliegenden Abbildung werfen die Strahlen, welche durch die Mitte der doppelt converen Glaslinse gehen, das Bild nach A, während



die weiter dem Umfange zu passirenden und folglich schiefer auffallenden näher an der Linse, bei B, einen Focus bilden. Bei der Krystalllinse des Auges dagegen, welche sonst in Allem mit der Linse des Optikers übereinkommt, deren Schichten aber, wie wir gesehen, außen weniger dicht sind und folglich den Strahl nicht so stark brechen, wird das ganze Bild weiter hinaus nach A gerückt; der Strahl mag auffallen, wo er will, er wird genau in den Brennpunkt gebrochen.

Manche neuere Forscher haben behauptet, das Auge sey nicht in allen Lagen durchaus achromatisch. So heißt ein optisches Werkzeug, wenn es das Bild frei von allen prismatischen Farben darstellt, die sich bei Brechung der Lichtstrahlen bilden. Ist jene Behauptung auch richtig, so beweist sie nichts gegen unsere Sätze, und jene Forscher beabsichtigten auch nichts dergleichen. Beim gewöhnlichen Gebrauch des Auges ist, wie wir wissen, das Bild vollkommen rein, ohne Halbschatten und prismatische Farben. Diese Eigenschaft des Auges rührt daher, daß, wie wir eben gesehen, die Strahlen durch verschiedene Medien und so allmählich durchgehen. Auf dieses selbe Prinzip gründet sich eine der wesentlichsten Verbesserungen am Teleskop, nämlich Dollonds achromatische Gläser. Er setzt das Objektivglas der Fernröhre aus Kronglas und aus Flintglas zusammen, die, als chemisch verschieden, auch das Licht verschieden zerstreuen, und zwar so, daß, während ihre converen Flächen die Strahlen in einen Brennpunkt sammeln, die zerstreuende Wirkung des einen Glases die des andern aufhebt.

Wir wollen dies näher zu erklären suchen. Der aus den verschieden gefärbten Strahlen bestehende Strahl A (siehe die Abbildung auf pag. 414) geht durch das Prisma B. Statt geradeaus zu laufen, wird er nach C in getrennten und folglich in farbigen Strahlen gebrochen. Während nämlich der Strahl als Ganzes in einem Winkel von der im Prisma gezeichneten Linie abgebogen, d. h. gebrochen wird, fahren zugleich die einzelnen Strahlen auseinander. Die Abweichung des Strahls von der geraden Linie heißt seine Brechuug, das Auseinandergehen seiner Theile heißt die Zerstreuung. Es sind dies ganz distincte Eigenschaften, und so begreift es sich leicht, daß Glas von verschiedener chemischer Zusammensetzung die eine in höherem Grade besitzen kann als die andere, und somit, daß sich eine Linse aus verschiedenen Glasarten (z. B. Kronglas und Flintglas) zusammensetzen läßt, welche die Strahlen in einen Brennpunkt

sammelt, ohne sie zu zerstreuen, und in Folge davon das Bild mit falschen Farben zu umsäumen.

Der letzte Vergleichungspunkt, dessen wir erwähnen, ist, daß beim Teleskop die Röhre auseinandergezogen werden muß, um die Brennpunkte der Gläser der Entfernung des Gegenstands anzupassen. Das Auge besitzt diese Eigenschaft, sich den Entfernungen anzupassen, und dies ist genug. Daß wir nicht begreifen, wie dies zugeht, ist nur ein weiterer Beweis für die Vollkommenheit des Werkzeugs; denn wir üben jenes Wunder fortwährend mit solcher Leichtigkeit, daß wir gar nichts davon gewahr werden.

XVIII.

Von den Schutzmitteln des Auges.

Wenn der Astronom in dunkler Nacht und bei verdecktem Licht im Zimmer mit seinem Teleskop von Stern zu Stern rückt, so ist sein Auge ganz für schwache Lichteindrücke geeignet; das heißt, die Empfindlichkeit der Netz- oder Nervenhaut des Auges ist in diesem Zustand angehäuft, dergestalt, daß, wenn er sein Instrument auf glänzende Gegenstände richtet, er einen schmerzlichen Eindruck bekommt. Beobachtet er zu anderer Zeit die Sonne, ohne durch Schwärzen des Glases oder durch ein anderes Mittel, wodurch seine Durchsichtigkeit vermindert wird, für den Schutz des Auges gesorgt zu haben, so ist der Eindruck auf die Netzhaut nicht nur schmerzhaft, er kann das feine Gewebe beeinträchtigen und auf Lebenslang Gesichtsfehler zur Folge haben. Geht der Apparat in der Trommelhöhle des Ohrs verloren und der Mensch bedient sich deßhalb eines Hörrohrs, so erschrickt er leicht, wenn man ihm hineinspricht: denn wenn man nicht gewöhnt ist, deutlich und leise hinein zu sprechen, so schlägt der Ton schmerzhaft an sein Ohr. Dies mag als Einleitung dienen zur Betrachtung der bewundernswürdigen Vorkehrung, mittelst welcher das natürliche Auge gegen zu schnelles Einfallen von Licht oder bei zu greller Beleuchtung des Gegenstandes, der gerade betrachtet wird, geschützt ist.

Die Iris oder Regenbogenhaut ist ein Vorhang oder eine Scheidewand, welche sich vor der Krystalllinse durch die wäßrigte Feuchtigkeit des Auges durchzieht; in der Mitte ist sie durchbohrt, und das Loch ist die Pupille, der schwarze Fleck, den wir mitten im Auge bemerken: schwarz ist er aus dem oben angegebenen Grunde, weil von den hier durchgehenden Lichtstrahlen keiner zurückgeworfen wird, und Abwesenheit von Strahlen bedingt Dunkelheit, Schwärze. Aber die Strahlen fallen auch auf den vordern Theil der Iris rings um das Loch, werden hier, zum Theil wenigstens, zurückgeworfen, und geben damit dem Auge seine Farbe, grau, blau oder braun.

Die pag. 18 gegebene Abbildung wird den Bau der Iris und der Pupille deutlicher machen; man sieht dort, wie im Verhältniß der Beleuchtung der Lichtbündel größer oder kleiner, und damit das Bild im Auge mehr oder weniger deutlich wird.

Die Iris ist nämlich eine muskulöse Scheidewand, mit zwei Schichten von Muskelfasern; die einen verlaufen gerade und convergiren vom Umfang der Haut gegen den Rand, welcher die Pupille bildet, die andern laufen im Kreise um den äußern Rand der Iris. Wir haben pag. 180 eine Abbildung der Iris des Löwen gegeben. Bei diesem Thiere ist die Pupille oder das Loch in der Mitte oval; BB sind die geraden, vom äußern Rand der Iris convergirenden Fasern; C sind die kreisförmigen Fasern. Diese zwei Muskelfaserschichten wirken einander entgegen, und bei mäßigem Licht ist auch die Pupille mäßig erweitert; wird aber das Licht schwach, so erschlaffen die kreisförmigen Fasern und die gerade verlaufenden treten in Wirksamkeit: der Durchmesser der Iris vermindert sich somit und die Pupille wird erweitert. Das Gegentheil tritt ein, wenn zu starkes Licht in das Auge fällt.

Diese Bewegung der Iris erfolgt blitzschnell, augenblicklich, und man muß sich dabei erinnern, daß der Apparat seine Lebenskraft durch Nerven erhält, welche rückwärts mit

dem Gehirn kommuniciren, so daß der Eindruck erst auf das Gehirn wirken muß, bevor die Iris dem Impulse folgt.

Dieser Apparat erscheint demnach als die eigentliche Schutzwehr des Sehnerven, und wie nothwendig er ist, ergibt sich einfach daraus, daß die Nervenhaut für ganz außerordentlich verschiedene Lichtgrade empfänglich ist, daß ein Gegenstand, der gleich Eins und einer, der gleich 30,000 beleuchtet ist, einen Eindruck auf sie macht. Man sieht leicht, wir tappten entweder Abends und bei Mondschein in der Finsterniß, oder der Sonnenschein blendete uns völlig, wäre nicht jener feine Mechanismus der Iris auf den Schutz der Nerven berechnet.

Doch der Nerve wird noch auf andere Weise geschützt, oder vielmehr die Stärke des Lichteindrucks regulirt. Wie wir gesehen haben, rühren die Farben der Gegenstände davon her, daß die Lichtstrahlen von ihnen zurückgeworfen werden; in eine völlig schwarze Fläche aber dringen die Strahlen sämmtlich ein, werden absorbirt, und wir sehen einen solchen Gegenstand nicht mittelst des von ihm zurückgeworfenen Lichts, sondern nur dadurch, daß sein Umriß gegen die umgebenden farbigen Körper absticht. Ist das Auge eines Thiers für das Tageslicht bestimmt, so liegt hinter dem Nerven ein schwarzes Pigment, und da der Nerv selbst durchsichtig ist, so geht der Strahl durch und wird absorbirt. Ist aber das Auge der Lebensweise eines Thiers angepaßt, das bei Nacht auf seinen Raub ausgeht, so ist nicht nur das Auge sehr groß und die Pupille kann sich, um einen größern Lichtbündel aufzunehmen, sehr stark erweitern, sondern überdies ist das sogenannte Tapetum, d. h. die Fläche im Hintergrunde des Auges, auf der sich der Sehnerv ausbreitet, eigenthümlich auf Reflexion des Lichts berechnet. Statt des schwarzen, absorbirenden Pigments findet sich nämlich hier ein farbiger Stoff abgesondert, der das Licht reflektirt, wie die Belegung an einem Spiegel. Dadurch erhält der Nerv einen zweiten Impuls und die Stärke des Eindrucks wird verdoppelt.

Betrachten wir nun weiter, wie ein so durchsichtiges, zartes Organ, wie das Auge, gegen andere Verletzungen geschützt ist.

Zuerst fällt uns hier auf, wie innig die Lebenskräfte mit der Bewegung und dem Mechanismus des Augapfels verkettet sind; wie der ausnehmenden Zartheit der Augenfläche die feine Empfindlichkeit der Auglieder und der Wurzeln der Augenwimpern schützend zur Seite steht. Da der kleinste in der Luft schwimmende Körper Schmerz im Auge verursacht, so wäre dies eine Quelle beständiger Leiden, wirkte nicht eben diese Empfindlichkeit sympathetisch auf einen mechanischen und hydraulischen Apparat, nämlich auf die Thränendrüse und ihre Gänge, deren augenscheinliche Bestimmung ist, mittelst ihrer Secretion die zarte Oberfläche des Auges von allen fremden Körpern zu säubern. Wie merkwürdig, daß eine ganz andere Eigenschaft als das Bewußtseyn und der Wille zum Wächter über diesen Apparat bestellt ist!

Ich habe häufig Fälle beobachtet, wo die Empfindlichkeit der Oberfläche des Auges durch die krankhafte Affektion eines einzigen Nerven verloren ging, ohne daß deßhalb das Gesicht, die Bewegung der Auglieder oder der Fluß der Thränen zunächst eine Störung erlitten; es war aber in solchen Fällen unmöglich, das Organ zu erhalten, weil die Kranken sich nicht überzeugen ließen, daß jene Bewegungen durchaus nothwendig seyen und entweder direkt durch Oeffnen oder Schließen der Auglieder oder mittelst der Finger bewirkt werden müßten. Da die Augenfläche in diesem Falle kein Gefühl mehr hat und somit die Auglieder und den Thränenapparat nicht mehr unabhängig vom Willen zur Thätigkeit aufruft, so wird fortan das Auge nicht mehr regelmäßig befeuchtet; Ruß und Staub bleiben darauf liegen, es entzündet sich, obgleich es unempfindlich ist, die durchsichtige Hornhaut wird trübe, und das Auge geht verloren. Der Mensch sieht am Ende nicht mehr, nicht weil die Nervenhaut oder die Bewegungen des Augapfels und der Auglieder gelähmt sind, nicht weil jener Wasserquell, der sich beständig über das Auge ergießt, versiegt ist, sondern nur in Folge davon, daß die auf die uns umgebenden Körper und ihre Einflüsse berechnete Empfindlichkeit des Auges verloren gegangen

ist, und die zum Schutz angeordneten Bewegungen nicht mehr determiniren kann. Damit ist auch auf einmal die skeptische Frage beantwortet: warum wir überhaupt Schmerz leiden? Wir antworten mit einer andern Frage: Wie sollten wir hören oder sehen, wie sollten wir so zarte Eindrücke wie die des Schalls und des Lichts aufnehmen, oder, da wir dies mittelst so wundervoll gebauter Werkzeuge vermögen, wie sollten diese Werkzeuge anders gegen die äußern Beeinträchtigungen geschützt werden, denen sie nothwendig ausgesetzt waren? Diese Betrachtung führt uns zu dem Schluß, daß jener Frager mit dem einen einzelnen Punkt betreffenden Einwurf dem ganzen System, auf dem unsere gegenwärtige Existenz beruht, den Prozeß macht.

Die Bewegungen des Auges und der Auglieder, welche durch jene Empfindlichkeit determinirt werden, müssen in hohem Grade schnell vor sich gehen. Will man etwas im Wasser abspülen oder in der Luft den Staub daraus schütteln, so muß die Bewegung dabei rasch seyn, und eine solche Bewegung besitzt nun auch das Fischauge, obgleich Auglieder und Thränenapparat bei demselben überflüssig sind. Ich gestehe, gesehen habe ich es nicht, daß aber dem Fischaug eine solche Bewegung zukommt, können wir mit Sicherheit daraus schließen, daß es außer den zur Bewegung nach verschiedenen Seiten nöthigen Muskeln noch andere besitzt, welche durch die schiefe Richtung ihrer Fasern ganz darauf berechnet sind, das Organ ausnehmend schnell zu bewegen, und mit dem Muskelapparat übereinkommen, der in unserm eigenen Auge die schnelle, instinktmäßige Bewegung vermittelt.

XIX.

Die Bewegungen des Augapfels und der Auglieder.

Die Muskeln des Auges, und somit die Bewegungen desselben zerfallen in zwei Klassen: in solche, die zu seinem Schutze, und in solche, die ihm als Sinnorgan nothwendig sind. Die folgenden Betrachtungen werden sich vornemlich über die erstere Klasse verbreiten.

Wir denken über die merkwürdigsten Funktionen unsers Körpers, über Bewegungen, welche allaugenblicklichen Bedürfnissen entsprechen, erst dann nach, wenn wir ihrer verlustig gegangen sind; wie Kinder werden wir eine Wohlthat erst inne, wenn man sie uns entzieht. „Mit vieler Theilnahme, sagt unser Verfasser, pag. 99, und zugleich mit gerührter Anerkennung der göttlichen Güte, sah ich auf das Unglück eines Mannes, der sonst vollkommen gesund war, und nur jene zwei kleinen Muskeln, welche die Auglieder in die Höhe ziehen, nicht brauchen konnte, so daß er darüber fast des Gesichts beraubt war, und seine Auglieder jeden Augenblick mit den Händen in die Höhe schieben mußte;“ oft gedachte ich dieser Worte, wenn ich einen Menschen sah, der sonst vollkommen gesund war, aber die Auglieder nicht aufheben konnte.

Der Augapfel hat eine eigenthümliche Bewegung, die wegen ihrer ungemeinen Raschheit übersehen worden ist: im Augenblick nämlich, wo die Auglieder sich schließen, macht

der Augapfel eine Bewegung, wodurch die Hornhaut unter das obere Auglied geschoben wird.

Wenn man das eine Auge auf einen Gegenstand fixirt und das andere mit dem Finger so zuhält, daß man die Wölbung der Hornhaut durch das Auglied spürt, so fühlt man, wenn man jetzt das offene Auge schließt, daß die Hornhaut des andern Auges augenblicklich heraufrückt. Der Augapfel nimmt diese Richtung bei den schnellsten, blinzelnden Bewegungen der Augliedern an. Durchschneidet man bei einem Hund den Augliedernerven der einen Seite, so daß das Thier am entsprechenden Auge die Augliedern nicht mehr schließen kann, so dreht sich der Augapfel immer nach oben, sobald man dem Thier gegen das Auge fährt, oder es mit den Augliedern des andern blinzelt.

Fast dasselbe beobachtete ich an einem Mädchen, bei dem die Augliedern in Folge einer Verbrennung an die umgebende Haut angewachsen waren; da hier der vordere Theil des Augapfels völlig bloß lag, so drehten sich, wenn sie blinzeln wollte, statt daß die Augliedern sich senkten, die Augäpfel nach oben, und die Hornhaut wurde befeuchtet, indem sie so mit den Mündungen der Thränengänge in Berührung kam.

Der Zweck dieser raschen, unmerklichen Bewegung des Augapfels wird klar, wenn man die Form der Augliedern und die Stellung der Thränendrüse betrachtet. Die Ränder der Augliedern sind flach, und wenn sie sich aneinanderlegen, so berühren sie sich nur mit den äußern Kanten, so daß, wenn sie geschlossen sind, zwischen ihnen und der Hornhaut eine Rinne liegt. Bewegte sich nun der Augapfel nicht, so stiessen die Ränder der Augliedern vor der Fläche der Hornhaut so zusammen, daß ein Streif derselben nicht davon berührt würde, und das Auge könnte somit gerade die Hauptstelle der durchsichtigen Hornhaut, welche in der Augenare liegt, nicht von fremden, das Gesicht beeinträchtigenden Körpern reinigen; ferner bei fließenden Thränen sammelten sich diese in der Rinne vor dem Mittelpunkte der Hornhaut an, und blinzelte man nun mit dem Auge, so würde es, statt gereinigt,

nur mit Wasser übergossen. Um diesen Uebelständen zu begegnen und die Fläche der Hornhaut zu reinigen und abzuwischen, rollt sich im selben Augenblick, wo die Auglieder sich schließen, der Augapfel nach oben und die Hornhaut schlüpft rasch unter das obere Auglied.

Durch diese Bewegung des Augapfels werden zugleich die Thränengänge entladen; denn durch das gleichzeitige Aufsteigen des Augapfels und Herabsinken des obern Auglieds wird die Membran, auf welcher die Gänge sich ausmünden, gestreckt, und somit fließen die Thränen ungehindert aus.

Durch dieselbe gleichzeitige Bewegung steigert sich die Gewandtheit, womit das Auge Verletzungen ausweicht. Selbst Geschöpfe mit ganz unvollkommenen Augliedern, wie Fische, vermeiden mittelst dieses raschen Aufwärtsrollens des Auges Verletzungen und entfernen Unreinigkeiten.

Noch muß ich einen bisher übersehenen Punkt anführen: die Art und Weise nämlich, wie die Auglieder sich schließen, ist auf den Schutz des Auges berechnet. Während das obere Auglied herabsinkt, bewegt sich das untere gegen die Nase. Dies greift in den merkwürdigen Prozeß ein, durch welchen sich die fremden, ins Aug gekommenen Körpertheilchen am innern Augenwinkel sammeln. Bezeichnet man die Ränder der Augenlieder mit schwarzen Punkten, so bemerkt man, wie beim Oeffnen und Schließen des Auges der Fleck am obern Auglied sich senkrecht auf- und abbewegt, während der am untern horizontal hin und her spielt wie ein Weberschiff.

Im innern Augenwinkel liegt beim Menschen die sogenannte Thränenkarunkel und die halbmondförmige Membran, an welche sich die aus dem Auge zu schaffenden fremden Körper ansetzen, und die somit eigentlich dieselbe Bestimmung haben, wie der entwickeltere Apparat bei den Vögeln und manchen Säugethieren, den wir ohnehin sogleich näher beschreiben müssen. Die Thränen werden von den Thränenpunkten, den feinen Oeffnungen, die man im innern Augwinkel bemerkt, aufgesogen und durch einen, nach dem Prinzip des Hebers gebauten Kanal in die Nase geleitet; die

Unreinigkeiten dagegen werden gegen jenen Winkel hingespült und durch den erwähnten Apparat ausgeworfen.

Bei den vierfüßigen Thieren liegt an der Seite der Augenhöhle neben der Nase eine von der Thränendrüse völlig getrennte Drüse, welche eine zähe, klebrigte Flüssigkeit absondert; sie wird durch Muskeln comprimirt, und die Flüssigkeit verbreitet sich über das sogenannte dritte Auglied. Dieses dritte Auglied ist ein ganz eigenthümliches Stück des Schutzapparats: es ist ein dünner Knorpel, dessen hinterer Theil mit einem elastischen Körper zusammenhängt; dieser Körper liegt in einer Vertiefung der Wand der Augenhöhle gegen die Nase zu. Wird das Auge gereizt, so drückt der Augapfel den elastischen Körper gegen die Wand der Augenhöhle und preßt ihn damit aus seiner Grube heraus; die Folge hievon ist, daß jenes knorpligte dritte Auglied vorwärts geschoben wird. Durch diesen Mechanismus fährt dieses dritte Auglied rasch über die Fläche der Hornhaut weg, legt sich durch die auf ihr verbreitete klebrigte Feuchtigkeit fest an sie an und wischt alle Unreinigkeit ab.

Das Auge der Vögel ist ein wundervolles Organ und noch merkwürdiger, wir kommen in Versuchung zu sagen, noch künstlicher geschützt. Das dritte Auglied ist hier weit ausgebildeter als bei den Säugethieren; es ist häutig und breit und wird über die Augenfläche durch zwei Muskeln hergezogen, deren Ansatzpunkte hinter dem Augapfel liegen; der eine hat eine lange runde Sehne, die fast um drei Viertheile des Augapfels herum läuft (s. oben pag. 29). Die Thränendrüse ist klein und liegt tief, aber die Schleimdrüse ist sehr groß und liegt in einer weiten, tiefen Höhlung innen an der Augenhöhle.

Wir sehen, durch die Bewegungen dieser Organe werden zwei Zwecke erreicht: einmal wird das Auge mit dem klaren Naß der Thränendrüse befeuchtet, und dann werden fremde, schädliche Körper abgewischt und ausgestoßen.

Ein weiterer, nicht minder interessanter Punkt ist das verschiedene Verhalten des Auges im Wachen und im Schlafe.

Beobachten wir einen Menschen in unruhigem Schlaf, wobei die Auglieder etwas geöffnet sind, so sehen wir die Pupille oder das Schwarze im Auge nicht, wie wenn er wacht, denn die Hornhaut ist unter das obere Auglied hinaufgeschoben. Wird Jemand ohnmächtig, so verlieren die Augen den Blick und den Ausdruck, sie haben keine bestimmte Richtung mehr; bald aber rollt sich der Augapfel nach oben und läßt nur noch das Weiße sehen. Man beobachte einen blinden Bettler: er dreht seine Augen nach oben, nicht etwa, um ihnen einen flehenden Ausdruck zu geben; es ist dies die natürliche Stellung ganz blinder Augen, weil der Mensch den Bewegungen derselben gar keine Aufmerksamkeit mehr schenkt. Ebenso ist es beim Nahen des Todes: die Auglieder sind zwar offen, aber die Pupillen nur halb sichtbar; sie sind aufwärts gedreht, scheinbar mit dem Ausdruck tiefen Leidens, in Wahrheit aber nur in Folge der zunehmenden Unempfindlichkeit. Diese auf den Schutz des Organs berechneten Bewegungen der Augen thun dem Sehen lediglich keinen Eintrag: sie sind rein unwillkührlich und so rasch, daß der Eindruck des Sehobjekts auf der Nervenhaut im Intervall nicht Zeit hat sich zu verwischen. Die Bewegungen dagegen, mittelst deren wir das Auge auf die Gegenstände richten, sind ganz willkührlich und gehen mit der Thätigkeit des Sinnes Hand in Hand.

Man denkt sich nach dem Bisherigen leicht, daß diesen so mannichfachen Bewegungen des Auges ein sehr verwickelter Muskelapparat in der Augenhöhle entsprechen wird, und dies ist wirklich der Fall; faßt man aber die verschiedenen Verrichtungen und Zustände des Auges nicht genau auf, so versucht man es umsonst, in das Gewirre von Muskeln und Nerven in der Augenhöhle Ordnung zu bringen.

Die Beschreibung der Augenmuskeln würde uns zu weit in anatomisches Detail führen, wir beschränken uns daher auf ein einzelnes interessantes Beispiel. Wir wählen die Muskeln der Auglieder, zum Beweis, daß sich auch an diesen, am offensten daliegenden und am besten bekannten Organen des Auges etwas Neues, Merkwürdiges beobachten läßt.

Die Auglieder haben zwei Muskeln: der sogenannte levator palpebræ hebt das obere Auglied, der andere, in concentrischen Fasern den Augliedern eingewobene, der orbicularis, schließt das Auge. Der erstere drückt, während er das Auglied hebt, zugleich den Augapfel vorwärts, der letztere drückt ihn einwärts und hält ihn zurück. Wird der Schließmuskel des Auges, der orbicularis, gelähmt, so treibt sich der Augapfel vor, er steht weiter heraus, als im natürlichen Zustand; das Auglied ist dabei lose und schlapp und läßt sich aufheben wie ein Stück gewöhnlicher Haut.

Dieses Vortreten des Augapfels ist nun auch der Grund, warum durch einen und denselben Muskel das obere Auglied gehoben und das untere herabgezogen wird. Manche Anatomen haben sich, da das untere Auglied sichtbar sich abwärts bewegt, nach einem eigenen Muskel für diese Bewegung, nach einem Herabzieher des untern Auglieds umgesehen; aber ein Muskel der Art existirt gar nicht und war auch ganz überflüssig. Der Hebemuskel des obern Auglieds öffnet die Augen und rückt mit demselben Act das untere Auglied abwärts, das obere aufwärts, und zwar geht dies so zu. Drückt man den Finger auf das untere Auglied so, daß man bei geschlossenem Aug den Augapfel spürt, und öffnet nun das Auge, so fühlt man, daß mit diesem Akt der Augapfel vorwärts getrieben wird. Nun ist aber das untere Auglied so gestellt, daß es bei dieser Bewegung über die convexe Oberfläche der Kugel weg- und hinabschlüpft, während zu gleicher Zeit das obere sich hebt.

Warum aber mit dem Heben des obern Auglieds das Auge sich vortreibt, ist leicht deutlich zu machen. Der Hebemuskel des Auglieds hat seinen Ansatzpunkt ganz hinten in der Augenhöhle neben dem Sehnerven; er läuft, fest an der Kugel des Auges anliegend, oben über sie weg und befestigt sich am Knorpel des Auglieds. Zieht er sich nun zusammen, so hebt er nicht nur das Auglied, sondern muß auch den ganz lose in seiner Höhle liegenden Augapfel etwas vorwärts schieben.

Zum Schluß nur noch soviel: durch die acht, rings um das Aug gelagerten Muskeln und durch die sechs Nerven, welche zu ihnen verlaufen, werden zwei Klassen von Bewegungen vermittelt: durch die eine wird das Auge beim Sehen willkührlich gerichtet, die andere bezieht sich auf den mechanischen und hydraulischen Apparat zum Schutze des Organs. Während wir sehen, sind die willkührlichen Muskeln in Thätigkeit, im Schlaf aber herrscht die andere Klasse vor, die vom Willen unabhängig ist.

XX.

Von den Verrichtungen der Theile des Ohrs.

Die neuesten Physiologen gestehen ein, daß hinsichtlich der eigentlichen Funktionen der einzelnen Theile des Gehörorgans noch großes Dunkel herrscht. Wir wollen indessen im Folgenden unsere eigenen Ansichten über diesen Punkt aussprechen, und am Ende ist es ja genug, wenn nur die Hauptsache bewiesen wird, daß das Organ vollkommen nach den Gesetzen des Schalls gebaut ist.

Das äußere Ohr ist beim Menschen und den Thieren so augenscheinlich zum Auffangen der Töne gebaut, daß kein Zweifel darüber obwalten kann. Bei Thieren mit scharfem Gehör ist es sehr entwickelt und beweglich, bei manchen, wie bei der Fledermaus, ist es gar doppelt.

Nach Einigen ist Alles damit erklärt, daß man sagt, die Schallschwingungen treffen auf das Trommelfell und werden durch dasselbe der Luft in der Trommelhöhle mitgetheilt. Wie werden aber die unendlich mannichfachen Töne, die wir hören, gleichzeitig durch dieselbe Membran fortgepflanzt? Zuerst fällt auf, daß die Membran nicht einfach ist, daß sie zwar auch keine Muskelfasern besitzt, daß aber in ihr sehnigte Fasern oder Saiten vom äußern Rand gegen den Handgriff des Hammers convergiren. Hiebei denkt man nun an Chladnis und anderer Physiker Versuche mit Metallplatten. Bestreut man eine Platte der Art mit Staub und streicht mit einem Violinbogen am Rande herab, so daß eine Note herauskommt,

so ordnet sich der Sand oder das Pulver in regelmäßige, in sogenannte Klangfiguren. Diese Figuren sind vollkommen symmetrisch und theilen den Umfang der Platte in gleiche Abschnitte, von sechs bis zu vierzig; oder der Sand ordnet sich in Kreise, deren Mittelpunkt mit dem der Platte zusammenfällt, und die diametralen und Kreislinien, zu welchen sich die Theilchen zusammenhäufen, bilden die mannichfachsten Figuren. Dies weist uns darauf hin, daß das Trommelfell wohl nicht als Ganzes schwingt oder undulirt, sondern daß seine kleinsten Theile in Schwingung gerathen, und letztere somit in mehrere Kreise zerfällt, wobei die Mittelpunkte, die sogenannten Schwingungsknoten, in Ruhe bleiben; kurz, wir ahnen damit, daß die Membran einer Thätigkeit fähig ist, welche der Mannichfaltigkeit der durch sie fortgepflanzten Töne entspricht.

So befriedigend auch sonst die sinnreichen Versuche in der Akustik und mit musikalischen Instrumenten seyn mögen, die schwierige Frage, welche Verrichtungen gewissen Theilen im Ohr zukommen, ist dadurch nicht gelöst worden. Die Knochenkette in der Trommelhöhle pflanzt unzweifelhaft die Töne vom Trommelfell zum eigentlichen Sitz des Sinns, zum Labyrinth fort, und es begreift sich ganz leicht, daß, wenn das Trommelfell einen Impuls erhält, es, wie ein im Winde schlagendes Segel, denselben dem Hammer und sofort den übrigen Knöchelchen mittheilt. Aber die Schwierigkeit dabei ist, daß hier kein mechanischer Stoß, sondern eine Schallbewegung fortgepflanzt wird. Wenn uns die Physiker das Wesen des Schalls an einem in ein stilles Wasser geworfenen Stein und den dadurch hervorgebrachten concentrischen Wellen erläutern, oder uns an der schwingenden Saite die den Schall begleitenden Bewegungen beobachten lassen und uns die harmonischen Abschnitte nachweisen, so meinen wir dieses Kapitel erschöpft zu haben. Aber die Schwierigkeiten sind so groß als zuvor, wenn wir bedenken und annehmen müssen, daß z. B. alle Toncombinationen eines Orchesters durch eine Kette von Knöchelchen, die manchmal im Durchmesser kaum stärker

sind als ein Roßhaar, fortgepflanzt werden. Wir müssen bedenken, daß die dem Auge sichtbaren oder dem Finger fühlbaren Schwingungen keineswegs die Schallbewegungen selbst sind, sondern sie nur begleiten, daß diese selbst ungleich kleiner und feiner seyn müssen. Es gibt kein Beispiel, daß uns ein Sinnorgan mit einer Qualität der Materie bekannt machte, für deren Perception ein anderes Organ bestimmt ist. Indessen mögen folgende mikroskopische Versuche unserem Begriffsvermögen zu Hülfe kommen. Betrachtet man eine schwingende Metallsaite durch ein starkes Vergrößerungsglas, so sieht man die glänzenden Theilchen auf ihrer Oberfläche sich nicht nur auf- und abbewegen, sondern in unendlich mannichfachen Figuren, Kreisen und Winkeln tanzen, die man wohl schwerlich näher beschreiben und in ein System bringen kann. Solche Erfahrungen geben uns wenigstens eine Ahnung davon, wie verschiedene Schallbewegungen im selben Moment fortgepflanzt werden mögen.

Bringt man einen Metallstab in Verbindung mit einem Resonanzboden, dem die Töne mehrerer concertirenden Instrumente mitgetheilt werden, führt man sodann den Stab weit fort oder läßt ihn, damit der Beobachter die Instrumente unmittelbar gar nicht mehr hört, durch eine Wand laufen, und läßt ihn am andern Ende mit einem zweiten Resonanzboden communiciren, so theilen sich die Schwingungen des letztern der Luft mit und man hört das Concert, d. h. die combinirten Töne der Instrumente, natürlich gedämpft. In diesem Falle muß nun die Musik durch den Metallstab fortgeleitet worden seyn, und es ist dies ein weiterer Beweis, daß das Wesen des Schalls nicht in jenen gröbern Bewegungen bestehen kann, die wir mit andern Sinnen gewahren, sondern aus etwas so unendlich feinerem bestehen muß, daß die kleinsten Theile des Stabs im selben Zeitmoment distincte Schwingungen fortpflanzen können. Diese Betrachtungen müssen uns im Glauben bestärken, daß die das äußere mit dem innern Ohr verbindende Knochenkette, so fein sie ist, doch die mannichfaltigsten, den Tönen, für welche

das Ohr empfänglich ist, entsprechenden Schwingungen fortzupflanzen vermag.

Was bedeutet nun der so augenfällige Mechanismus? welche Verrichtung kommt jenen kleinen Hebeln und den an sie befestigten Muskeln zu? (siehe die Abbildung S. 34.) Sind nicht die drei Muskeln, welche an den mit dem Trommelfell verbundenen Knochen, den Hammer, verlaufen, dazu bestimmt, das Trommelfell zu spannen und abzuspannen? Indem wir hier auf den Text verweisen, (S. 34 ff.) erinnern wir daran, daß die kriegerische Trommel keineswegs so einfach ist, wie sie dort beschrieben wird. Die außen an der Trommel schief auf- und ablaufenden Schnüre werden durch Niederziehen der büffelledernen Strupfen angezogen, und dadurch spannt sich nicht nur das obere Fell der Trommel, sondern auch die Saiten, welche quer über das untere Fell laufen. Der Schlag auf das Fell gibt den lauten, abgebrochenen Schall, die Saiten aber modificiren und verlängern ihn. Die drei an den Hammer und somit mittelbar an das Trommelfell verlaufenden Muskeln müssen, unserer Vorstellung nach, die Membran und ihre Saiten entweder spannen oder loser machen, gerade wie die Trommel gespannt oder gedämpft wird, und auf diese Weise mögen die kleinen Muskeln des Trommelfells in der Verrichtung den Fibern der Iris entsprechen, d. h., sie mögen den Gehörnerven schützen, wie die Iris den Sehnerven. Wir hatten Gelegenheit zu beobachten, daß Menschen, welche in Folge von Störungen dieses Apparats taub sind, durch ein Hörrohr allerdings hören; denn das Hörrohr fängt mit seiner weiten Mündung die Tonschwingungen auf und concentrirt sie; aber sie hören insofern unvollkommen, als das Ohr die Fähigkeit verloren hat, sich zu accomodiren, und der Taube ist daher oft sehr ängstlich mit seinem Instrument bei Leuten, die nicht gewohnt sind, mit ihm zu sprechen, denn der Ton mancher Stimmen hat etwas schmerzhaft Durchdringendes für ihn. Ferner hören wir einen Ton nicht, wenn man uns nur überhaupt horchen heißt, beschreibt man uns aber den besondern Ton, so hören wir ihn; hier wäre

freilich auszumachen, ob dies von der Accomodationskraft des Ohrs oder nur von Ideenassociation herrührt.

Nach Einigen soll sich der Ton auf zweierlei Wege dem Labyrinth mittheilen: einmal durch die Knochenkette und dann durch die Luft der Trommelhöhle. Was den letztern Weg betrifft, so wüßte ich keine Höhle, die sich weniger zur Fortpflanzung des Schalls eignete. Statt, wie der äußere Gehörgang, eine bestimmte Form zu haben, welche die Schwingungen auffangen und weiter nach innen leiten könnte, communicirt die Trommelhöhle mit Cellen im Schläfenbein und hat überall ganz unregelmäßige Wände, welche jeden regelmäßigen Ton brechen und zerstören müßten. Die Ausdehnung der Trommelhöhle ist offenbar darauf berechnet, die Elasticität der darin befindlichen Luft zu vermehren, sicher aber nicht, den Schall aufzufangen oder zu verstärken.

Hinsichtlich des Labyrinths leistet uns die vergleichende Anatomie die besten Dienste, wenn es sich davon handelt, sich von der Bestimmung der einzelnen Theile einigermaßen Rechenschaft zu geben. Läge der Grund des Hörens darin, daß die Schallschwingungen dem Gehirn selbst mitgetheilt würden, so wäre das Gehirn das nächste Organ und es brauchte keinen besondern Hörnerven. Bei manchen Thieren ist das in einer Höhle liegende Gehirn mit einer Flüssigkeit umgeben und somit der Schwingung ausgesetzt. Wir sehen aber dabei doch immer einen eigenen Hörnerven und ein Hörorgan. Letzteres ist freilich oft äußerst einfach, und dies beweist, daß der für den Schall empfindliche Nerv, nicht der äußere Apparat der eigentlich wesentliche Theil ist. Vor etwa sechzig Jahren kam es unter italienischen Naturforschern zur Sprache, ob der Krebs ein Hörorgan habe. Der berühmte Scarpa, damals noch ein junger Mann, machte sich an die Untersuchung: er sah sich aber dabei nicht nach dem äußern Organ um, sondern er untersuchte das Gehirn und die von ihm auslaufenden Nerven. Er entdeckte einen Nerven, der seinem Ursprunge nach der Gehörnerv seyn konnte, verfolgte ihn und fand, daß er in einen kleinen Sack verlief, der eine Flüssigkeit

enthielt und durch eine kleine, über seine Mündung gespannte Membran der Einwirkung der Luft zugänglich war. Es war dies die wahre, die rationelle Methode. Wir sehen hienach, vor allem muß ein besonderer Nerv mit der Empfindlichkeit für den Schall begabt seyn, und der Nerv ist also das ursprüngliche, das wesentlichste Stück der Organisation. Wie die Schallbewegungen zu ihm gelangen, ist eine andere Frage.

Wir haben jetzt in Betracht zu ziehen, daß feste Körper und Flüssigkeiten weit bessere Schallleiter sind als die Luft, und daß die Dünnheit und Elasticität der letztern den ganzen, bisher betrachteten Apparat nothwendig macht. Beim Fische braucht es daher kein äußeres Ohr. Taucht ein Mensch mit einem Stein in jeder Hand unter Wasser und schlägt die Steine zusammen, so vernimmt er ein betäubendes Geräusch, ja der Eindruck erstreckt sich über die ganze Oberfläche des Körpers. Kurz, man zweifelte einst, ob Wasser den Schall fortpflanze, jetzt kann man aber an hundert Beispielen darthun, daß es Schall und Ton in allen Graden fortpflanzt. Wenn wir ferner bedenken, daß die festen Knochen des Kopfes den Schall leiten, so sehen wir gleich, daß der Fisch nicht einmal ein äußeres Ohrloch, noch viel weniger ein äußeres Ohr braucht; bei ihm tritt ein ganz anderer Apparat auf. In einem kleinen Wassersack hängt ein Knöchelchen; da dieses fester ist als die umgebende Flüssigkeit, so wird es von der Tonschwingung in Bewegung gesetzt, und erzeugt dadurch Wellen in der Flüssigkeit, die als Impuls auf die in der Flüssigkeit schwimmenden Nervenenden wirken. Ein sehr einfacher, aber interessanter Versuch Campers erläutert den Hergang der Sache: hält man eine mit Wasser gefüllte Blase, in der sich eine kleine steinerne Kugel befindet, in der Hand, so fühlt man bei der geringsten Bewegung der Hand eine Schwingung an derselben, und dies rührt vom Stoße der Kugel auf das umgebende Wasser her.

Was die halbcirkelförmigen Kanäle des Labyrinths (siehe S. 34) betrifft, so weiß ich nicht, wie manche Schriftsteller dazu kommen, zu sagen, ihre Verrichtung sey nicht bekannt.

Diese Kanäle bestehen aus einer elastischen, mit einer Flüssigkeit gefüllten Membran, und ein Nerve breitet sich auf der Scheidewand am einen Ende aus: sind sie nicht auf diese Weise trefflich dazu geeignet, die Schalleindrücke, welche durch die Knochen des Schädels fortgepflanzt werden, aufzunehmen? Daß dem so ist, geht daraus hervor, daß sie sich im Kopf der Fische finden, wo nirgends eine Schwingung zum Nerven gelangen kann, außer durch die Knochen. Doch wir selbst hören auf diese Weise durch die Kopfknochen, z. B. wenn wir Nachts, auf dem Kissen liegend, durch Lärm im Hause aufgeweckt werden; und wenn der Indier das Ohr an die Erde legt, um einen fernen Tritt zu belauern, so bedient er sich, statt der atmosphärischen Impulse, der Schallschwingungen durch feste Körper und die Kopfknochen.

Kommen wir wieder auf die Annahme zurück, nach welcher der Schall auf zwei Wegen zum innern Ohr fortgepflanzt werden soll: durch die Knochenkette und das ovale Fenster in den Vorhof, und durch die Luft der Trommelhöhle und das runde Fenster in die Schnecke. Dieser Ansicht steht sehr Vieles entgegen. Nach ihr diente die Knochenkette mit ihren Muskeln und merkwürdigen Gelenken rein zu nichts; denn wenn der Schall durch die Luft der Trommelhöhle fortgepflanzt werden kann, was hat dann dieser complicirte Apparat zu bedeuten? pflanzen ihn aber die Ohrknöchelchen besser fort, warum sollte die Schwingung noch von etwas anderem herrühren? Sprechen wir es daher aus: der ganze äußere Apparat, d. h. Alles vor dem Labyrinth liegende, ist nur zum deutlichen, zum vollkommenen Hören nothwendig, und wenn alle diese Theile durch Krankheit verloren gehen, so reichen die wesentlichen Theile des Organs, die wir bei niederigern Thieren das Ganze ausmachen sehen, hin, Schallempfindungen überhaupt zu vermitteln.

Der mit dem Trommelfell in Verbindung stehende Knochen- und Muskelapparat ist wichtiger, als die Physiologen gewöhnlich annehmen. Er ist zum vollkommenen Hören erforderlich, selbst wenn der Schall durch die Kopfknochen fortgepflanzt wird.

Nimmt man eine Taschenuhr zwischen die Zähne, so pflanzt sich der Schall durch die festen Theile des Kopfs fort; schließt man nun an einem Ohr den äußern Gehörgang fest, so wird der Schall auf dieser Seite stärker. Wenn ein Mensch, der auf dem einen Ohr taub ist, die Uhr dicht an dieses Ohr legt, so hört er das Picken nicht; schließt er aber zugleich das andere, gesunde Ohr, so hört er das Picken auf dieser Seite. In diesem Falle scheint der durch die Knochen fortgepflanzte Schall nicht unmittelbar auf den Nerven zu treffen, sondern auf das Trommelfell und seine Knochen, und erst durch diese rückwärts zum Nerven zu gelangen. Da die Luft im äußern Gehörgang durch den Finger gesperrt und zusammengedrückt ist, so geräth sie in Schwingung, theilt diese dem Trommelfell mit und setzt den Apparat in der Trommelhöhle in Bewegung.

Hievon läßt sich nach unserer Ansicht eine glückliche Anwendung auf das Labyrinth machen. Allerdings werden nämlich die Eindrücke, welche das Trommelfell erhält, der Membran des ovalen Fensters mitgetheilt; aber die zweite, mit einer ähnlichen Membran bespannte Oeffnung des Labyrinths, das sogenannte runde Fenster, scheint nun nicht dazu bestimmt, auch Eindrücke von außen, von der Trommelhöhle her, zu empfangen, sondern vielmehr einem von innen, vom Labyrinth her wirkenden Druck nachzugeben. Denken wir uns eine bis an den Rand mit Wasser gefüllte Flasche, die mit einer Blase zugebunden ist, ohne daß sich zwischen ihr und dem Wasser die geringste Luft befindet: in diesem Fall muß man immerhin annehmen, daß das Wasser zusammendrückbar ist, aber ein Druck auf die Blase wird dann keinesfalls die Wirkung hervorbringen, wie wenn sich an der Seite oder am Boden der Flasche eine mit Blase bedeckte Oeffnung befände: denn in diesem Fall wird bei jedem Druck oben die Blase unten herausgedrückt und damit die ganze dazwischenliegende Flüssigkeit in Bewegung gesetzt werden. Diesem analog scheint uns nun die fenestra rotunda und ihre Membran dazu bestimmt zu seyn, der Membran der fenestra ovalis Spielraum zu gewähren; denn ohne diese Vorkehrung könnte der

das Labyrinth vollkommen ausfüllenden Flüssigkeit wohl ein allgemeiner Impuls, gleich dem durch die Knöchelchen fortgepflanzten, mitgetheilt, diese Flüssigkeit könnte aber nicht in undulirende Bewegung versetzt werden. Wenn schon durch das Verschließen der Eustachischen Röhre (D der Figur S. 34) die Luft in der weiten Trommelhöhle so gesperrt wird, daß der Mensch schwer hört, was müßte erst die Folge seyn, wenn das Labyrinth, das mit Wasser gefüllt ist, ringsum verschlossen wäre? Durch das Spiel der Knöchelchen und der Membranen an beiden Fenstern wird nun aber nicht nur eine Undulation in der Flüssigkeit des Labyrinths vermittelt, sondern diese Undulation muß sich auch, — und dies scheint vorzüglich wichtig — dem Verlauf der Höhlungen nach, durch den einen Gang der Schnecke hinauf, durch den andern herunter erstrecken.

Betrachtungen über die Schnecke und über die Vertheilung der Nerven in ihr und im Labyrinth überhaupt würden uns hier zu weit führen, und wir beschränken uns auf die folgende Bemerkung. Der Gehörnerv ist in den so verschieden gestalteten und gestellten Höhlungen und Kanälen so mannichfaltig vertheilt, daß wir allen Grund haben zu glauben, daß hier die definitive Quelle aller der Grade, Klassen und Combinationen von Tönen ist, deren Perception durch das Gehörorgan vermittelt wird.

XXI.

Vom Blutumlauf.

Mit dem Leben ist im thierischrn Körper ein beständiger Stoffwechsel im ganzen Organismus gegeben. Daß ein Blutstrom im Körper kreist, ist lange nicht Alles: sämmtliche Bestandtheile desselben, feste wie flüssige, unterliegen einem stetig umwandelnden Einflusse. Und dies ist der eigentliche Endzweck des Blutumlaufs; denn das Blut enthält in flüssigem Zustande einerseits das alte Material der festen Körpertheile, andernseits neuen Stoff, die Produkte der Verdauung und Assimilation, welche dazu bestimmt sind, den ausgeschiedenen Stoff zu ersetzen. Auf diese Weise erscheint der Kreislauf des Bluts als das Agens, wodurch die Umwandlung des festen Körperstoffs wie seiner Flüssigkeiten vermittelt wird.

Also nichts im lebenden Körper ist permanent, nichts verharrt an seiner Stelle. Wir sehen, und wundern uns kaum darüber, daß eine Verletzung heilt, daß Substanzverlust am Körper bald wieder ersetzt wird, daß bei vielen niedrigern Thieren ganze verlorne Glieder nachwachsen; all dies geht vor unsern Augen vor, aber nur durch künstliche Versuche und scharfes Raisonnement gelangen wir zum Schluß, daß der thierische Körper fortwährend wächst, sich fortwährend umbildet, daß diese stete Umwandlung des Körpermaterials es ist, was das lebendige Körpergerüste wesentlich von einer Maschine unterscheidet. In jenem ist beständig ein Prinzip der Erneuerung thätig, so daß bei ihm Bewegung und Thätigkeit keineswegs mit Abnützung verbunden ist, sondern

im Gegentheil mit der Uebung der Theile das Gewebe immer vollkommener wird; und was wir den Heilungsprozeß oder die Reproduktion der Theile nennen, ist nur die Aeußerung dieser stetig wirkenden Kraft.

Bleibt nun, erwiesenermaßen, im Körper rein nichts, auch nicht der kleinste Theil an seiner Stelle, so überlassen wir es dem Leser, sich die Frage zu beantworten, die sich ihm aufdrängen muß: „was gibt dann dem Körper seine Identität? wie kommt es, daß die eigenthümliche Körperbildung, daß Constitution und Temperament sich gleich bleiben? wie kommt es, daß wir Gedächtniß haben, da doch das Material des Körpers mehr als einmal ein ganz anderes geworden ist?“ Wir betrachten im Folgenden lieber den großen Prozeß, der diesen Wechsel vermittelt, den Kreislauf.

Nach den Berechnungen neuerer Chemiker werden in 24 Stunden 5208 Grane Kohle aus dem Blut ausgestoßen, und diese bilden mit den 13,392 Granen Sauerstoff in der eingeathmeten Luft und dem gehörigen Verhältniß von Wärmestoff das kohlensaure Gas, das sich aus den Lungen entwickelt. Auch durch andere Secretionen wird Material aus dem Körper entfernt, und diese Secretionen sind zur Erhaltung der Gesundheit nothwendig; aber die zum Leben unmittelbar nothwendigste Funktion ist der Athmungsprozeß, und als seine Wächter sind Angst und Schmerz bestellt, die sich unverzüglich einstellen, sobald Unterbrechung desselben droht.

Wir begreifen unschwer, wie durch die absorbirenden Gefäße und durch die Venen der verbrauchte Körperstoff in den großen Kreislauf des Bluts geführt wird, und wie das durch die Berührung der Luft in den Lungen gereinigte Blut zum Herzen zurückkehrt und so den Kreis schließt. Wir sehen ferner leicht ein, warum dieses reine Blut zu sämmtlichen Lebensverrichtungen, zur Ernährung und zum Wachsthum des Körpers nothwendig ist: aber nicht so leicht begreiflich ist es, wie es kommt, daß die Kraft des Kreislaufs mit dem Zustand des Körpers beständig Schritt hält, daß er kräftig ist bei starker Körperbewegung, gemäßigt und gleichförmig

in der Ruhe; oder wie es kommt, daß der Kreislauf im Körper im Allgemeinen mäßig vor sich geht, während in einem gerade in Aufregung und Thätigkeit begriffenen Theile der Blutlauf just in dem gehörigen Maaße beschleunigt wird. Nach bloß hydraulischen Gesetzen ist es durchaus unerklärlich, wie das Blut durch Einen Impuls in die Zehen hinab oder in den Kopf hinauf getrieben wird, und dabei doch mit einer der Entfernung und der Länge des Glieds völlig proportionaler Kraft. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen ist der enge Rapport, in dem die im Mittelpunkte des Körpers gelagerte Hauptmaschine, das Herz, hinsichtlich der Reizbarkeit und der Triebkraft mit dem allgemeinen Körperzustande steht. Wenn der Arzt dem Kranken den Puls fühlen will, so läßt er denselben sich niederlegen; denn steht er, so bedarf es nach hydraulischen Gesetzen einer größern Kraft, um die aufrechte Blutsäule zu bewegen, und das Herz schlägt daher rascher, und dies ist besonders auffallend, wenn der Mensch schwach und krank ist. Aus demselben Grunde fühlt der Arzt den Puls nicht, wenn der Kranke unruhig ist oder Angst hat, oder er muß wenigstens die Beschleunigung des Pulses in Rechnung nehmen. So ließen sich noch viele Beispiele anführen, zum Beweis, daß der Blutlauf sich nach der Stellung des Körpers und nach dem Grade seiner Thätigkeit modificirt, und nicht nur nach den körperlichen Bewegungen, sondern auch nach den geistigen Einflüssen. Wir sehen daraus, daß des Herz durch die ihm inwohnende Empfindlichkeit als der Regulator des Blutumlaufs erscheint, und daß es zu diesem Zwecke in so hohem Maaße mit allen Lebenskräften sympathetisch verknüpft ist. Durch diese vorläufigen Bemerkungen wollten wir den Leser darauf aufmerksam machen, daß der lebende thierische Körper außer dem, was sich als Mechanismus des Kreislaufs, als eine nach bekannten hydraulischen Gesetzen angelegte Röhrenleitung darstellen läßt, noch mehr und größere Wunder darbietet. Jetzt nehmen wir aber seine Aufmerksamkeit für jene Momente in Anspruch.

XXII.

Von den Blutadern.

Nach den Begriffen, wie sie auch in den gewöhnlichen anatomischen Lehrbüchern herrschen, stellt unser Verfasser den Verlauf und die Bildung der Venen oder Blutadern als unregelmäßig dar. Man denkt sich dabei die Venen als bloße Leitungsröhren, wodurch das Blut aus allen Körpertheilen zum Herzen zurückgeführt wird; sie sind aber weit mehr: sie sind Blutbehälter. Wo konnte die erforderliche bedeutende Blutmasse sicherer aufbewahrt werden, als in den zwischen den Knochen und Muskeln sich bildenden Buchten und Rinnen? Während aber diesem Zwecke dergestalt entsprochen ist, wurde noch ein wichtigerer dadurch erreicht, daß die Venen in jenen Spalten und freien Räumen geschlängert, in mannichfachen Windungen verlaufen: denn so kann der Druck der Muskeln, wenn diese in Thätigkeit sind, auf sie wirken, und somit geschieht es, daß sich das Blut, während wir ruhig liegen, langsam durch jene Windungen bewegen kann, sobald wir aber zur Thätigkeit aufgerufen werden, vorwärts getrieben wird; die Durchmesser der Behälter verkleinern sich sofort, das Blut drängt sich gegen das kräftiger schlagende Herz und ist bereit, den Bedürfnissen des Körpers zu entsprechen, welche gerade jene vermehrte Thätigkeit bedingt. Durch diese Anordnung ist eine beständige Wechselwirkung zwischen der Thätigkeit des Körpers und der Schnelligkeit des Blutumlaufs vermittelt, und die verschiedenen Wirkungen greifen dabei folgendermaßen in einander: 1) Der Mensch

wird zur Thätigkeit aufgerufen; das Blut, das zuvor langsam durch die Venen verlief, wird gegen das Herz getrieben; 2) das Herz wird gereizt und stärker ausgedehnt; 3) durch die zwischen Herz und Lunge bestehende Sympathie wird der Athmungsprozeß zu vermehrter Thätigkeit angetrieben, und die Entkohlung des Bluts geht rascher vor sich; 4) die Rückkehr des Arterienbluts aus der Lunge zum Herzen wird beschleunigt, und nach dem Schlag des Herzens richtet sich der der Arterien; 5) durch den gesteigerten Zufluß von Arterienblut wird die Thätigkeit des Muskelsystems erhalten, und somit sehen wir einen ganzen Kreis von Wechselwirkungen aus jener scheinbaren Unregelmäßigkeit der Venen entspringen: durch ihre Lagerung und ihren ganzen Bau wird eine der Thätigkeit des Muskelsystems entsprechende Beschleunigung des Blutumlaufs möglich gemacht.

Vergleicht man die Verzweigung der Venen mit der der Arterien, so erscheint jene allerdings, wie dies denn auch die Anatomen sorgfältig bemerken, plump und unregelmäßig; aber die Anatomen haben sich nicht gefragt, ob ein Grund für diesen Unterschied vorhanden ist, ob etwa der Umstand, daß die kleinere Röhre in die größere das einemal so, das anderemal anders einmündet, von der verschiedenen Richtung herrührt, welche die Flüssigkeit in den Röhren verfolgt; und diese Frage drängt sich doch sehr natürlich auf, wenn wir anders fest überzeugt sind, daß im organischen Körper nichts unvollkommen, nichts zufällig ist. Suchen wir uns diese Frage zu beantworten.

Bei der Anlage einer Röhrenleitung ist es ein sehr zu berücksichtigender Punkt, unter welchem Winkel man eine kleine Röhre in eine größere einmünden läßt. Thut man dies der Richtung der Strömung entgegen, so gelangt aus der größern Röhre nicht nur eine weit geringere Menge von Flüssigkeit, als man nach dem Durchmesser der Röhren im voraus vermuthen sollte, in die Seitenröhre, sondern unter gewissen Umständen gar keine; ja die größere Röhre zieht sogar Wasser aus der kleineren an.

Bernoulli fand, daß, wenn eine kleine Röhre unter rechtem Winkel in eine horizontalliegende konische Röhre, in welcher das Wasser gegen das weitere Ende zu fließt, eingesetzt wird, durch die kleinere Röhre nicht nur kein Wasser ausfließt, sondern daß durch die engere Röhre das Wasser aus einem bedeutend tiefer stehenden Gefäße in die größere Röhre aufgezogen wird.

Diese Thatsachen festhaltend, wenden wir uns mit Interesse zum Verlauf der Arterien und Venen. Wir sehen, daß die Flüssigkeit bei jenen vom Stamm in die Aeste, bei diesen dagegen umgekehrt aus kleinern in größere Gefäßen geht. Und wenn wir nun, statt die Arterie vorweg für das Hauptgefäß, die Vene für das weniger sorgfältig gebaute Nebengefäß zu halten, beide als gleich wichtig und ausgebildet anerkennen, so werden wir schon nach dem gedachten Umstand nicht anders erwarten, als daß sie sich in ihrem Verlauf und in der Art der Veräſtung unterscheiden.

Bei der Arterie, in der das Blut vom Herzen gegen die Extremitäten, das heißt aus dem Stamm in die Zweige fließt,

A eine Vene, B eine Arterie.

divergiren die Zweige nur wenig von der Richtung des Stamms; bei der Vene dagegen, wo das Blut aus kleinern in größere Gefäße geht, mündet der Zweig unter rechtem Winkel in den Ast ein. Ließe es sich denken, daß die Gefäße ihre Verrichtungen gegenseitig vertauschten, so müßte unmittelbar Stockung des Bluts eintreten; der Kreislauf könnte gar nicht vor sich gehen.

Wenn ein Behälter durch eine senkrechte Röhre entleert wird, in welche sich eine engere Röhre einmündet, so gibt das durch jene abfließende Wasser nicht nur nichts durch die kleine Röhre ab, sondern es zieht sogar durch letztere Wasser auf, so daß ein Gefäß, in welches das untere Ende der engen Röhre hinabreicht, sich entleert. Wir sehen hieraus daß es an den Wänden der Wasserröhren Punkte gibt, wo der Druck ein negativer ist, und dies weist uns darauf hin, daß bei der fraglichen Bildung der Venen der Ast keineswegs zufällig oder willkührlich in den Stamm sich einmündet, sondern daß der Winkel ganz den Gesetzen der Hydraulik entspricht.

Wenn zwei Röhren so zusammenstoßen, daß sie sofort eine stärkere Röhre bilden, und das Wasser darin aus den kleinern in die größere Röhre strömt, so fließt aus einem am Vereinigungswinkel gebohrten Loche nichts aus, mit andern Worten, an dieser Stelle ist der Druck negativ. Es ist nun sehr interessant, daß die sogenannten absorbirenden Gefäße sich just im Vereinigungswinkel der großen Blutadern, also am Punkt des negativen Drucks, in das Venensystem einmünden.

XXIII.

Von den Arterien.

Den schönsten Beweis, daß der ganze Apparat des Blutumlaufs streng nach den Gesetzen der Hydraulik angelegt ist, gibt wohl der Umstand, daß die Durchmesser der Arterien vom Herzen ab immer größer werden; d. h. wenn ein Pulsaderstamm sich in zwei Aeste theilt, so sind die Durchschnitte der Aeste zusammen größer als der Durchschnitt des Stamms, und wenn die Aeste sich wieder verzweigen, so ist der Gesammtdurchschnitt der Zweige bedeutender als der des Astes, aus dem sie entspringen, und sofort bis zu den kleinsten Gefäßen hinaus. Sieht man sich nach dem Zwecke dieser Einrichtung um, so erhält man Auskunft durch das Verfahren des Wasserbaumeisters, wenn er eine Röhrenleitung anlegt. Dieser findet nämlich auf praktischem Weg, daß, wenn er eine Röhre in zwei Aeste theilt, wobei die Durchschnitte zusammen genau gleich sind dem der Röhre, aus der sie entspringen, die beiden Röhren nicht so viel Wasser geben, als die größere für sich gegeben hätte. Er sieht nun ein, daß er die Anziehung und Reibung der Flüssigkeit am festen Körper in Rechnung bringen muß, und daß die Anziehungs- oder Reibungsfläche im Verhältniß desto größer wird, je kleiner der Durchmesser der Röhre ist. Dieser praktische Satz weist uns darauf hin, warum die Durchschnitte der kleinern Arterienzweige zusammen größer sind als der Stamm, dem sie entspringen. Die Sache wird durch Folgendes noch deutlicher: Wasser, das durch eine Röhre strömt, fließt in der Mitte schneller als an den Seiten, oder mit andern Worten,

an den Seiten findet Anziehung oder Reibung statt. Man sieht dies deutlich, wenn man an einem Flusse steht: die Reibung des Wassers auf dem Grund und an den Ufern retardirt hier die Strömung, und in der Mitte ist letztere am schnellsten. Dasselbe findet bei der Wasserröhre statt, wo sich das Wasser ringsum an den Wänden reibt, und so sehen wir denn, wie merkwürdig die Pulsadern mit ihren wachsenden Durchmessern und eine nach hydrostatischen Gesetzen angelegte Röhrenleitung übereinkommen.

Dadurch, daß der Durchschnitt der Arterien vom Herzen weg zunimmt, werden zwei Vortheile erreicht: einmal wird so das Blut leichter fortgetrieben, und zweitens können damit die feinsten Arterien, wie die Venen, gewissermaßen als Blutbehälter dienen. Ein Mann von mittlerem Wuchse hat sechsunddreißig Pfund Blut in den Gefäßen des Kreislaufs, eine Masse, die unmöglich Raum fände, wenn nicht die Gefäße vom Herzen ab zwar immer feiner würden, aber ihre Gesammtcapacität immer größer.

Die Sache läßt sich noch aus einem andern Gesichtspunkt darstellen. Ein freier Wasserstrom nimmt eine ganz andere Gestalt an, wenn er durch seine eigene Schwere herabfällt, als wenn er in einer andern Richtung durch eine **vis a tergo** getrieben wird. Wenn Wasser aus einem Gefäße gerade herabrinnt, so fällt es mit beschleunigter Geschwindigkeit; die Wassersäule ist oben am breitesten und nach unten dünn ausgezogen, weil das Wasser immer schneller fällt und der Strom desto dünner seyn muß, je geschwinder er ist; fällt das Wasser aber immer weiter, so erlangt der Strom eine solche Geschwindigkeit, daß die Luft Widerstand leistet, und dann breitet er sich wieder aus. Aber eine Wassersäule, die als Strahl aufwärts getrieben wird, wird nach oben nicht schmaler, sondern breiter; denn die Flüssigkeit wird im Verhältniß, als sie steigt, retardirt, und da der Strom von unten fortwährend nachtreibt, so drängt er sich zwischen die Filamente der Säule oben und zerstreut sie; er macht die Säule im Aufsteigen immer breiter und gibt ihr die Gestalt eines

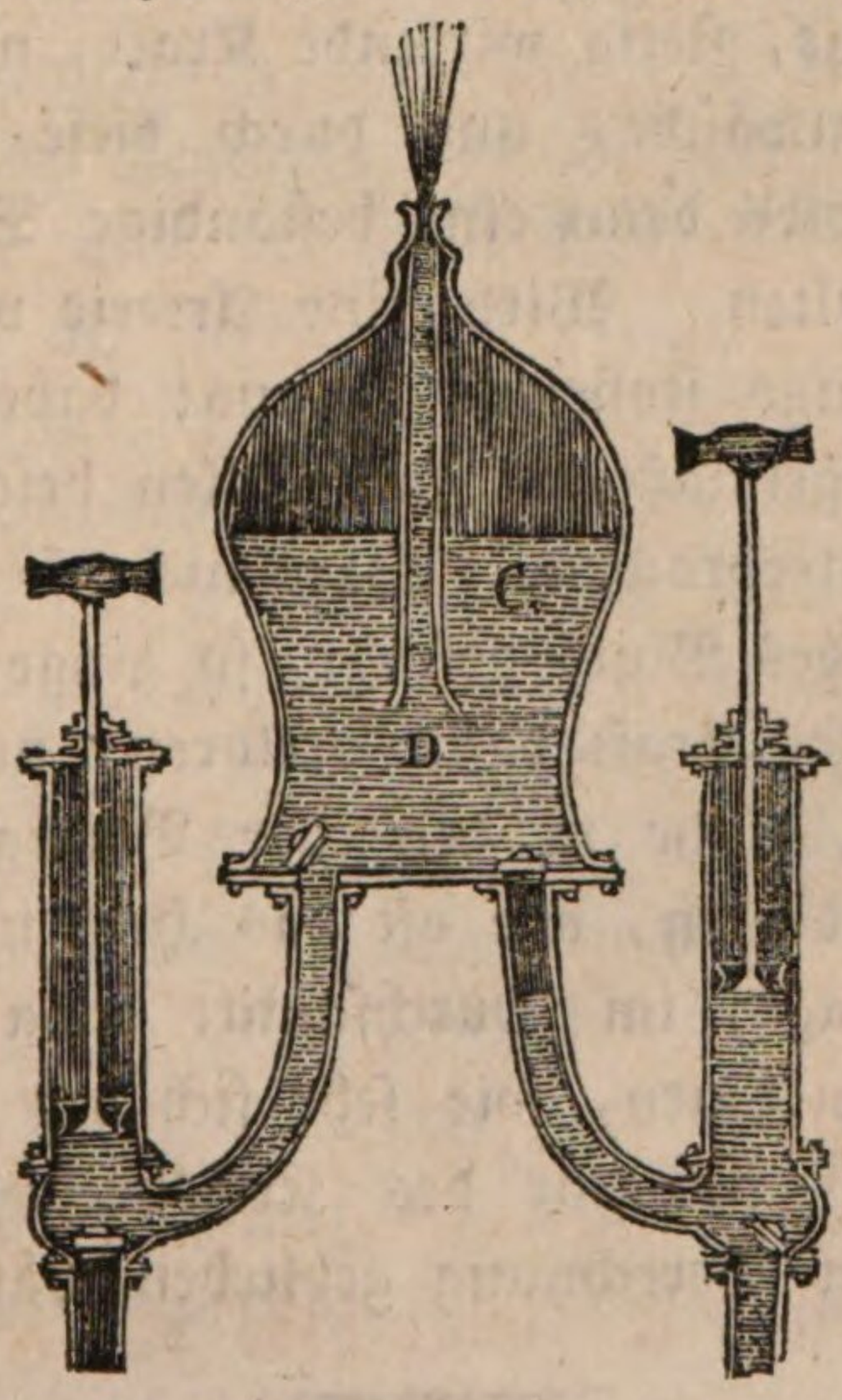
auf der Spitze stehenden Kegels. Daraus folgt, daß, wenn Wasser aus einem Behälter durch eine horizontale Röhre rinnt, es schneller darin strömt, wenn die Röhre kegelförmig ist, das schmalere Ende gegen den Behälter gerichtet; denn da das Gewicht des Wassers im Behälter auch eine vis a tergo ist, und der Strom sich von hinten zwischen die Filamente der Säule treibt und sie zerstreut, so ist klar, daß der zunehmende Durchmesser der Röhre der natürlichen Erweiterung der Wassersäule entspricht, und sie daher ungehindert durchläßt. Hiemit haben wir einen weitern Grund, warum die Arterien zu Weiterbeförderung des vom Herzen fortgetriebenen Bluts sich immer mehr erweitern.

Durch das Bisherige ist wohl die Vorstellung, als ob im Verlauf und in der Vertheilung der Blutgefäße irgendwo Zufall oder Unregelmäßigkeit herrsche, hinreichend widerlegt. Allein der Bau und die Wirkung der Blutgefäße erhält durch die Betrachtung einiger andern hydraulischen Gesetze noch mehr Bedeutung und Interesse. Die Elastizität der Arterienwände ist in der Chirurgie von großer Wichtigkeit und hat hier auch große Beachtung gefunden, aber als einer der bei Forttreibung des Bluts wirksamen Kräfte hat man ihr bei weitem nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt.

Bei festen Körpern ist das Gesetz der Trägheit sehr augenfällig; wir überzeugen uns im gemeinen Leben jeden Augenblick, daß es schwerer ist, einen ruhenden Körper zu bewegen, als, wenn er einmal in Bewegung gesetzt ist, diese Bewegung zu beschleunigen. Dasselbe Gesetz gilt nun bei einer Wassersäule in einer Röhre: es ist leichter, das Wasser in Bewegung zu erhalten, als es aus dem Stand der Ruhe in Bewegung zu setzen. Wird somit Wasser mittelst eines Druckwerks durch eine Röhre getrieben, so muß, da der Druck stoßweise erfolgt und die ganze Säule nach jedem Stempelstoß wieder zur Ruhe kommt, viel von der Kraft verloren gehen.

Wenn nun, nachdem sich das Herz zusammengezogen und das Blut in die Arterie getrieben hat, jedesmal ein Intervall von Ruhe einträte und das Blut stille stände, so müßte die

Kraft des nächsten Herzschlags zum Theil wenigstens darauf verwendet werden, das Blut aus dem Zustand der Ruhe wieder in den der Bewegung zu versetzen. Es wird dies wohl am deutlichsten durch Betrachtung der Mittel, welche nach und nach in der Wasserbaukunst erfunden worden sind, um beim Heben des Wassers die Säule in ununterbrochener Bewegung zu erhalten, und somit die Kraft nur zu Beschleunigung des Stroms zu nützen, ohne daß man nöthig hat, das Wasser immer wieder aus dem Zustand der Ruhe in den der Bewegung zu versetzen. Zuerst kam man auf die Idee, zwei Druckpumpen statt einer anzubringen, so daß die Stöße ohne Intervall auf einander folgten; bald zeigte es sich indessen, daß es sehr schwer sey, die zwei Kräfte genau ineinander wirken zu lassen, und man fand, daß drei Pumpen zweien vorzuziehen seyen, weil sich dadurch eine Unterbrechung im Wasserlauf noch besser vermeiden ließ, indem die zweite den Intervall zwischen dem Stoß der ersten und dem der dritten ausfüllt. Diese Vervielfältigung der Maschinentheile zeigt, wie viel dem Künstler daran lag, ja keine Unterbrechung der Strömung eintreten zu lassen. Doch all dies erläutert unsern



Gegenstand noch nicht so gut als eine weitere Erfindung, nämlich die Idee, eine elastische Kraft dabei anzuwenden, und zwar so. In einen luftdichten Behälter werden unten die Röhren zweier Pumpen geleitet und der Behälter dadurch halb mit Wasser gefüllt, c; die untere Mündung der Röhre, durch welche das Wasser ausgestoßen werden soll, d, geht im Behälter in das Wasser hinab. Im Maaße nun, als das Wasser steigt, wird die Luft zusammengedrückt; die Pumpen spielen zwar wechselsweise, aber die eingesperrte Luft drückt, vermöge ihrer Elastizität, beständig auf die Fläche des Wassers und treibt es durch die Röhre d in einem gleichförmigen Strahl hinaus. Die Elastizität der eingesperrten Luft füllt den Zeitraum zwischen den Stößen der Pumpen aus, und die Kraft, durch welche das Wasser aufwärtsgetrieben wird, wirkt ohne Unterbrechung.

Nach alle dem wird man sich leicht überzeugen, daß beim Wegströmen des Bluts vom Herzen drei Kräfte wirksam sind: einmal die rasche, kräftige Zusammenziehung der Herzkammer, zweitens eine, dieser gewissermaßen ähnliche Zusammenziehung der Arterie in Folge ihrer Ausdehnung, drittens eine vom Leben unabhängige, stetig wirkende Kraft, nämlich die Elastizität der Arterienwände, und durch diese Kräfte in ihrer Wechselwirkung wird denn eine beständige Strömung in den Blutgefäßen erhalten. Wird eine Arterie verletzt, so spritzt das Blut allerdings stoßweise heraus; dabei wird aber der Strahl nur in regelmäßigen Intervallen beschleunigt, keineswegs wirklich unterbrochen. Wäre nicht so für ununterbrochene Bewegung des Bluts gesorgt, so ginge bei jedem Herzschlag ein Theil der Kraft dafür verloren, um das Blut aus dem Zustand der Ruhe in den der Bewegung zu versetzen und wenn wir bedenken, wie oft das Herz in vier und zwanzig Stunden schlägt, im Durchschnitt etwa 80,000mal, so läßt sich leicht abnehmen, wie sehr sich der Kraftverlust steigerte, wenn beim Apparat des Kreislaufs das Gesetz der Trägheit außer der Berechnung geblieben wäre.

XXIV.

Mikroskopische Erscheinungen am thierischen Körper.

Scharfsinnige Betrachtungen über unsere Organisation, wobei, wie im Werke unsers Verfassers, die körperlichen und die Geisteskräfte des Menschen in ihrer Verkettung mit dem ganzen Systeme der Natur erscheinen, erhöhen unser Selbstgefühl, indem wir uns als Gegenstände so großer und unmittelbarer Sorgfalt erblicken. Aber durch das Teleskop, wie durch das Mikroskop werden wir gleichsam uns selbst entrückt und einer uns fremden Natur gegenübergestellt. Man hat die richtige Bemerkung gemacht, daß die Betrachtung des Himmels für ein Gemüth, das hinsichtlich unseres Verhältnisses zu Gott und der Welt keine feste Ueberzeugung hat, nichts weniger als tröstlich ist; dasselbe gilt nun aber von der mikroskopischen Welt. Die Entdeckung, daß das Leben allen Raum durchdringt, daß Thiere in Thieren eingeschachtelt leben, daß die Bewohner eines Wassertropfens so schwer zu zählen und zu ordnen sind, als die des Weltmeers, führt zu Betrachtungen, welche unserm Selbstgefühl so wenig schmeicheln, als die überwältigende Größe der Himmelskörper und die unermeßlichen Räume, durch welche sie sich bewegen. Es entspricht daher wohl ganz der Tendenz des vorliegenden Werks, wenn wir zeigen, wie man mit dem Mikroskop, das heißt durch Beobachtung der dem bloßen Auge unsichtbaren Atome unserer Körperlichkeit, Bewegungen und Thätigkeiten

gewahr wird, wodurch manche Verrichtungen in der thierischen Oekonomie vermittelt werden, und die so merkwürdig sind, als die Zusammenziehung des Herzens oder das Spiel der Lunge.

Um die anzuführenden Thatsachen gehörig würdigen zu können, müssen wir uns auf die merkwürdigen Entdeckungen des Engländers Brown hinsichtlich der Bewegungen unorganischer Theilchen beziehen. Er bemerkte die Erscheinung zuerst an Blüthenstaub, den er unter das Mikroskop gebracht; dies veranlaßte ihn zu weitern Versuchen, und er fand nun, daß, wenn unorganische wie organische Körper aufs äußerste verkleinert und in einen Tropfen Wasser gebracht werden, die Theilchen sich sehr rasch bewegen. Die Bewegungen dieser Theilchen sind aber verschieden von denen belebter Materie. Die Theilchen sind kreisrund und halten zwischen $^1/_{20000}$ und $^1/_{30000}$ eines Zolls im Durchmesser. Es ist ein höchst überraschendes Schauspiel, wie sie sich, gleichsam Tanzfiguren bildend, hin- und herschwingen, offenbar in Folge gegenseitiger Anziehung und Abstoßung. Man könnte glauben, durch die starke Verdunstung an der Oberfläche des Tropfens entstehen in seinem Innern Wirbel, von welchen die Theilchen herumgeführt werden; aber Brown widerlegte diese Annahme auf sinnreiche Weise: er hemmte die Verdunstung des Wassers durch einen Ueberzug von Oel, und die Theilchen bewegten sich nach wie vor.

Während man diesen Atomentanz betrachtet, sieht man mit Ueberraschung zwischendurch Körper, die man sogleich als Thierchen erkennt, über das Feld des Mikroskops schießen, und von selbst drängt sich der Gedanke auf, um wie viel kleiner noch die constituirenden Theile, die Körperatome dieser Thiere seyn müssen. Ihre Bewegungen sind nicht zufällig, sind nicht Folgen äußerer Einflüsse, rühren nicht von Polarisation, von Galvanismus oder Magnetismus her; sie haben Instinkte, Triebe und Reizbarkeit, ihre Körper werden durch Verdauung und Einsaugung ernährt, sie haben einen Kreislauf, wenn auch der Apparat ein anderer seyn mag als

bei größeren Thieren; die kreisenden Flüssigkeiten, die sie enthaltenden Gefäße, ihre Bewegungswerkzeuge zwingen zum Schluß, daß die kleinsten Theile ihres Körpergewebes ganz unendlich klein seyn müssen, selbst im Vergleich mit jenen tanzenden unbelebten Atomen. Man sieht im Mikroskop Thierchen, so klein, daß der Schätzung nach eine Million derselben nicht größer ist als ein Sandkorn.

Wir kommen nun auf ein anderes Wunder der mikroskopischen Welt, auf den eigentlichen Gegenstand dieser Betrachtung, nämlich die schwingenden Bewegungen, die sogenannten Ciliarbewegungen auf den Schleimhäuten der Thiere. Sie sind gewissermaßen analog den Bewegungen der sogenannten Räderorgane mancher Infusionsthiere. Diese Thiere athmen nämlich und ergreifen ihre Nahrung mittelst einer Vorrichtung an ihrem Körper, wodurch in der sie umgebenden Flüssigkeit eine Strömung erhalten wird; auf diese Weise wird den Athmungsorganen beständig frische Flüssigkeit dargeboten, und bei andern kommen dadurch die schwimmenden Theilchen nährender Materie mit ihren Freßwerkzeugen in Berührung.

Die sogenannten Porifera, weiche Wasserthiere, haben viele Oeffnungen auf ihrer Körperfläche, durch welche die sie umgebende Flüssigkeit eingesogen, in einen gemeinschaftlichen Sack geführt und sofort durch eine größere Mundöffnung in der Mitte wieder ausgestoßen wird. Wir können uns denken, daß diese Poren die Eigenschaft haben, das Wasser einzusaugen und wieder auszustoßen; aber eine noch merkwürdigere Bewegung zeigen ihre Cilien, das heißt die Fäden, womit ihre Fühlhörner besetzt sind. Diese Cilien bewegen sich dergestalt, daß ein Wirbel in der Flüssigkeit entsteht, wodurch die schwimmenden Nahrungsstoffe gegen den Mund hingeführt werden.

Diese sorgfältig beobachteten Erscheinungen aus der Thierwelt erklären, was man eigentlich unter „Ciliarbewegungen“ versteht und erleichtern uns das Verständniß des Phänomens, von dem es sich hier zunächst handelt. Vorauszuschicken

ist noch, daß die Anatomen die innere Auskleidung sämmtlicher Gänge und Höhlen des thierischen Körpers, welche sich nach außen öffnen, Schleimhäute nennen, zum Unterschied von den Membranen, welche die geschlossenen Körperhöhlen auskleiden, und die serose Membranen heißen.

An den Schleimhäuten nun ist eine Erscheinung beobachtet worden, die, wenn die Beobachter richtig gesehen haben, die außerordentlichste in der ganzen thierischen Oekonomie genannt werden muß. Man bringt ein Stück Schleimhaut von einem frisch getödteten Thiere, von Wasser bespült, in das Feld des Mikroskops, und läßt dabei ganz feine Körpertheilchen im Wasser schwimmen. Am besten eignet sich dazu das schwarze Pigment des Auges, das sich leicht vertheilt und dessen Atome ausnehmend klein sind. Der Beobachter hat nun zunächst die von Brown entdeckten Bewegungen der Atome von den jetzt zu beschreibenden zu unterscheiden. Man bemerkt an der Oberfläche der Schleimhaut eine rasche, schwingende Bewegung, und diese bewirkt in der umspülenden Flüssigkeit eine Strömung, welche am Treiben jener feinen Pigmenttheilchen sichtbar wird. Das Merkwürdigste am Phänomen ist nun aber die Richtung dieser Strömungen: die Cilien oder feinen Zotten, welche an der Oberfläche der Haut vorspringen, bewegen sich so, daß die Strömung beständig gegen den Ausgang der Höhle oder des Kanals gerichtet ist, und dies scheint nun auf eine bisher unbekannte, eigenthümliche, von der Muskelkraft, d. h. von der Reizbarkeit der gröbern Muskelfaser verschiedene Lebensäußerung hinzudeuten, wodurch das allmählige und regelmäßige Ausstoßen der Sekretionen aus jenen, tief in den thierischen Körper sich hineinerstreckenden Gängen und Höhlen vermittelt wird.

XXV.

Vom Leben.

Die Lebenskraft ist erst in neuerer Zeit Gegenstand wissenschaftlicher Forschung geworden, und dieses Studium hat auch wenig Rapport mit den andern höhern Zweigen des menschlichen Wissens. Ja die aus andern Disciplinen herübergenommenen falschen Analogien waren gerade der Grund, warum die Physiologie so wenige Fortschritte gemacht hat. Früher waren es die Mathematiker unter den Aerzten, welche mit ihren mechanischen Begriffen die Physiologie stationär erhielten, und heutigen Tages richtet die Mode, bei Erforschung der Gesetze des Lebens sich von chemischen Ideen leiten zu lassen und sich der Sprache der Chemie zu bedienen, nicht viel weniger Verwirrung an. Man kann wohl sagen, nur zwei Männer haben die Lehre von der Lebenskraft begründet, Haller und Hunter, und damit ist von selbst angedeutet, daß sie eine neue Wissenschaft heißen muß.

Dies war vorauszuschicken, damit der Leser nicht unwillig würde, wenn es ihm nicht gleich gelingen sollte, den Gegenstand recht zu fassen. Was denkt er sich beim Worte Leben? Die im thierischen Körper sich offenbarenden Kräfte: Intelligenz, Gefühl, Bewegung. Hört er nun mit diesem Begriffe, Hunter habe die Entdeckung gemacht, daß das Blut lebendig sey, so lacht er wohl dazu, wie die Welt Anfangs dazu gelacht hat. Sehen wir nun aber, wie Hunter zu dieser Vorstellung kam.

Er stellte gerade Untersuchungen an über die allmähliche Entwicklung des Hühnchens im Ei; das eine Ei, das er öffnete, war ganz frisch, ein anderes war bereits stark in Fäulniß

übergegangen. Wodurch unterschied sich nun eigentlich ihr beiderseitiger Zustand? Die sogenannte Organisation dürfen wir bei dieser Frage nicht ins Spiel bringen; denn das Hühnchen steckt in jener Periode in einem Bläschen, das nicht größer ist als ein Stecknadelkopf. Dem Eiweiß und dem Eidotter haben wir unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden: hier ist weder Herz, noch Gefäß, noch Gehirn, kurz lediglich kein Organ zu sehen; von Organisation kann also hier nicht die Rede seyn. Trotz dem kam Hunter zum Schluß, daß der Unterschied zwischen dem faulen und dem frischen Ei im Einfluß des Lebens liege, welcher bei letzterem den chemischen Affinitäten entgegenwirke und den Stoff nicht in Fäulniß übergehen lasse. Wenn nun, sagte er zu sich, der Stoff im Ei Lebenskraft, d. h. die Eigenschaft hat, den Affinitäten, welchen alle leblose Materie unterworfen ist, entgegenzuwirken, hat er wohl auch die Kraft, dem Wechsel der Temperatur zu widerstehen? Und wirklich, bei Versuchen mit faulen und frischen oder lebendigen Eiern fand er, daß letztere dem Gefrieren widerstanden, und er erwies somit, daß die der Fäulniß widrige Kraft eng verknüpft ist mit der Kraft des thierischen Körpers, vermöge welcher er sich, trotz dem Temperaturwechsel der ihn umgebenden Körper, gleichmäßig warm erhält. Daraus geht hervor, daß in einem Theil der Materie des Eis oder des Samens ein Prinzip liegen muß, das sich unsern Sinnen entzieht, aber durch seine Wirkungen sich uns offenbart.

Der lebende Stoff steht also unter der Herrschaft ganz anderer Gesetze als die todte Materie. Wie nennen wir nun aber diese besondere Eigenschaft? Unser Begriff vom Leben ist nach der Beobachtung der Wirkungen verschiedenartiger Ursachen, die sich im ganzen Thier combiniren, gebildet. Im Allgemeinen ist Bewegung dabei das Resultat, und so gilt uns Leben und Bewegung für gleichbedeutend. Hunter zeigte nun, daß in jedem belebten Körpertheil sich das Leben durch verschiedene Erscheinungen äußert. Er zeigte, daß, wenn der einem frisch getödteten Thiere ausgeschnittene Muskel noch zuckt, dies Folge der noch an ihm haftenden Lebenskraft ist.

Gleicherweise beobachtete er, daß aus der Ader gelassenes Blut sich ganz anders verhält, ganz andere Eigenschaften zeigt, als todte Materie: es kommt flüssig heraus, diese Flüssigkeit gerinnt aber sogleich. Was beweist dies? sagten seine Gegner; werden nicht auch sonst Flüssigkeiten zäh und fest, und ist dies ein Beweis von Leben? Aber Hunter zeigte, daß das Gerinnen des Bluts mit dem gewöhnlichen Gestehen und Dickwerden lediglich nichts gemein habe, daß Wärme dasselbe weder beschleunige noch verhindere, daß der Prozeß vor sich gehe, ob man das Blut ruhig stehen läßt oder es schlägt, kurz, daß nichts das Festwerden des Bluts verhindere, ausser die Berührung und der Einfluß der lebenden Gefäße des Körpers. Er zeigte auch, daß das Blut des Lebens beraubt, daß es getödtet werden könne, und daß es dann nicht mehr gerinne. Kurz, er verglich diese Gerinnungsfähigkeit des Bluts mit der Zusammenziehung des Muskels, und wies in dieser Beziehung neben andern merkwürdigen Eigenschaften des Bluts auf den Umstand hin, daß bei einem durch den Blitz getödteten Menschen die Muskeln im Tode nicht steif werden, d. h. sich nicht zusammenziehen, und daß zugleich das Blut nicht gerinnt.

Zunächst hatte nun Hunter diejenigen zu widerlegen, welche den Körper mit einer durch ein Gewicht in Bewegung gesetzten Maschine vergleichen. Bei der Maschine, sagt er, läuft das Gewicht von einem Hebel zum andern, von einem Rad zum andern; wo ist aber hier eine Analogie mit den Bewegungen des lebenden Körpers? Nimmt man ein Rad oder einen Hebel heraus, so hat das Stück für sich keine Kraft; nimmt man aber irgend einen Theil vom Körper, so hat er Leben, und zwar nicht nur, sofern dem ganzen Körper diese Eigenschaft zukommt, wie die Schwere der todten Materie, sondern an jedem Theil äußert sich das ihm inwohnende Leben durch eigenthümliche Erscheinungen. Er erkennt nun an, daß der thierische Körper allerdings einen trefflichen Mechanismus darstellt, weist aber darauf hin, wie unendlich merkwürdiger noch die verschiedenen Lebenskräfte sind, welche in ihrer Wechselwirkung dem intelligenten Wesen als Organe dienen. Dem

einen Theile kommt die Eigenschaft zu, Eindrücke aufzunehmen, dem andern, sie, die er selbst nicht aufnehmen kann, fortzupflanzen. Das auf diese Weise angeregte geistige Prinzip äußert nun seinen Willen durch völlig geschiedene, mit ganz verschiedenen Eigenschaften versehene Nervenstränge; diese haben für sich selbst gar keine Bewegung, aber unter ihrer Anregung und Leitung setzen sich die eigentlichen Bewegungsorgane des Körpers in Thätigkeit. Der ganze Körper erscheint als eine Sammlung von Theilen, welchen verschiedene Lebenskräfte zukommen und die das ihnen inwohnende Leben durch verschiedene Erscheinungen kund geben, und diese verschiedenen Kräfte stehen in einem wechselseitigen Bezuge zu einander, bilden ein System, durch welches der Verkehr zwischen dem Geiste und der äußern materiellen Welt vermittelt wird.

Hunter erläutert den Gegenstand folgendermaßen. Der Tod ist entweder scheinbar, oder wirklich. Ein Mensch, den man scheinbar todt aus dem Wasser zieht, ist nach unserer Definition doch noch lebendig: die Lebenskräfte der einzelnen Theile sind noch nicht erschöpft. Noch kann die Sensibilität angefacht werden; die Nerven, welche bei den Versuchen hiezu den Eindruck empfangen, können noch soviel von ihrer spezifischen Kraft haben, daß sie andere, daß sie Bewegungsnerven aufregen, und es kann somit wieder zu einer gemeinsamen Bewegung einer ganzen Muskelparthie kommen. Jene zuckende Bewegung, welche man, wie oben bemerkt, an einem frisch aus dem Körper geschnittenen Muskel beobachtet, kann in einer Klasse von Muskeln, z. B. in den Inspirationsmuskeln so gesteigert werden, daß der Mensch einen Athemzug thut. Dies ist das erste Glied einer ganzen Reihe von Lebensäußerungen, und hiemit werden auch die andern erweckt: sofort schlägt das Herz, das Blut circulirt, die Sinnen erwachen, dem Geist, der sich bisher wie im Zustande des Schlafes befand, kehrt Bewußtseyn und Willen zurück, und alle gewöhnlichen Erscheinungen des Lebens kommen wieder in Gang. Dies ist die Reihe von Erscheinungen, wie man sie bei Scheintod in Folge von Erstickung beobachtet; ist aber der

Tod durch Verletzung eines vitalen Theils erfolgt, so erhalten sich zwar Empfindungs- und Bewegungsfähigkeit noch eine Zeitlang im übrigen Körper, aber der Zusammenhang der Lebenskräfte ist zerstört, es fehlt ein Glied in der Kette, die ganz seyn muß, wenn Wiederbelebung stattfinden soll. Diese ist also im letzteren Falle nicht möglich, und dem Scheintod des Körpers folgt rasch der wirkliche Tod der einzelnen Theile.

Wir sehen nach Allem diesem, daß die gemeinen Begriffe vom Leben und die Ausdrücke, deren man sich hinsichtlich desselben im täglichen Verkehr bedient, auf physiologischem Standpunkte ganz unrichtig sind. In unserer Vorstellung verketten sich Leben und Bewegung frühzeitig so, daß wir eines fürs andere nehmen. Selbst der Anatom entgeht diesem Irrthum nicht: der Körper stellt sich ihm bei der Zergliederung als ein feiner, merkwürdiger Mechanismus dar, er findet ein Druckwerk und Röhren für kreisende Flüssigkeiten, kurz, jedes Körpertheilchen zeigt sich ihm in Bewegung hingerissen, und so verwechselt auch er leicht Leben mit Bewegung und Organisation. Denkt man aber reiflicher über den Gegenstand nach und macht man sich los von den durch Worte erzeugten Mißverständnissen und Vorurtheilen, so kommt man zum Schluß, daß man das Leben vor Allem als das unterscheidende Merkmal einer der beiden Klassen zu betrachten hat, in welche alle Materie zerfällt: die eine Klasse, welche alle lebende Materie umfaßt, steht unter dem Einflusse eines Wesens, das der Wirkung der chemischen Affinitäten widersteht, und eine Reihe von Umwandlungen in festbestimmter Zeit und Folge hervorruft; die andere Klasse, der todte Stoff, ist Veränderungen durch chemische Einwirkung und die gemeinen Gesetze der Materie unterworfen.

Die Fortschritte der Wissenschaft in der neueren Zeit bringen uns zwar dem Verständniß des eigentlichen Wesens des Lebens nicht näher, sie geben uns aber Analogien an die Hand, die uns eher als bisher begreifen lassen, wie dieses Prinzip an das Material des thierischen Körpers gebunden und doch völlig von demselben verschieden seyn kann. Nach den Entdeckungen, welche zur atomistischen Theorie und zu

Bayerische Staatsbibliothek München

den Ansichten von den polarischen Verhältnissen der kleinsten Körpertheile geführt haben, kann man sich nicht anders denken, als daß die kleinsten Theile der gemeinen Materie (im Gegensatz gegen den lebenden Stoff) unter einem Einflusse stehen, der hinzutreten und wieder verschwinden kann. Wie die Magnetnadel nicht vermöge einer Eigenschaft des Metalls an sich nach Norden weist, sondern durch etwas ihr Mitgetheiltes, ringsum Vorhandenes, so, stellt man sich vor, ordnen sich die kleinsten Theile der Körper durch ein zu ihnen hinzugetretenes Etwas, das sich als Polarisation äußert. Wenn nun, nach der so ziemlich übereinstimmenden Ansicht der Philosophen und Naturforscher, Alles, was wir sehen und berühren, kurz, alle Materie Eigenschaften zeigt, die von der Anordnung unendlich kleiner Theilchen herrühren, und diese Anordnung als das Resultat eines von außen an sie hinzugetretenen Einflusses erscheint, so sind wir doch wohl dem Begriff einer Kraft oder einer Eigenschaft, die der sogenannten lebendigen Materie inwohnt und doch wesentlich von ihr verschieden ist, näher gebracht. Der Unterschied zwischen todtem und lebendem Stoff wäre dann der, daß im einen Fall die Theilchen permanent geordnet sind und ihre eigenthümlichen Merkmale fortwährend beibehalten, bis durch äußere, künstliche oder natürliche Einwirkung der ordnende oder bindende Einfluß entzogen wird, worauf die Materie den chemischen Affinitäten anheimfällt, sich in ihre Elemente auflöst und neue Verbindungen eingeht; wogegen das Leben die Theilchen nicht nur einfach in der einmal bestimmten Ordnung erhält, ihnen ein für allemal die Umrisse des thierischen Körpers ertheilt, sondern sie durch eine Reihe von Umwandlungen durchführt, während welcher das Material völlig passiv ist, da das Prinzip im Leben liegt. Die Ordnung und Aufeinanderfolge dieser Entwicklungen und ihre Dauer sind nicht Resultate des Körperstoffs, des Materials, das bei allen Thieren dasselbe ist, sondern jenes Wesens, das wir Leben nennen, und das als etwas zum Material Hinzugetretenes erscheint.

Bayerische Staatsbibliothek München

Berichtigungen.

Seite 15 Zeile 24 v. oben l. daß der Mechanismus — wird.
„ 24 „ 7 v. unten l. keines, das.
„ 63 „ 16 v. oben l. derselben st. desselben.
„ 105 „ 11 v. oben l. abhängig st. abhang.
„ 133 „ 2 v. unten l. die Abhandlung st. die Note zur Abhandlung.
„ 154 „ 2 v. oben l. Wirbel st. Rückenwirbel.
„ 169 „ 6 v. oben l. Zähnen st. Zähne.
„ 183 „ 11 v. oben l. carteſiſchen, st. arteſiſchen.
„ 207 „ 8 v. oben l. denen st. dem.
„ 238 „ 5 v. oben l. ferngehalten st. freigehalten.
„ 248 „ 17 v. oben l. zufriedenen st. zufriedenem.
„ 263 „ 3 v. unten l. Trichius st. Frichius.
„ 272 „ 3 v. unten l. Wespen, st. Bienen.
„ 331 „ 11 v. unten iſt nach wirft ein Komma zu ſetzen.
„ 332 „ 12 v. oben l. iſt eine Vorrichtung angebracht.
„ 383 „ 14 v. unten l. ſich st. ſie.
„ 383 „ 15 v. unten l. ſie st. ſich.
„ 403 „ 10 v. oben l. Quellen des Genuſſes.
„ 412 „ 13 v. unten l. ſtellte st. ſtellt.
„ 417 „ 2 v. unten l. Feuchtigkeiten st. Flüßigkeiten.
„ 424 „ 11 v. oben l. des Nervens.
„ 448 „ 11 v. oben l. Gefäße st. Gefäßen.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

8 199
R. Buchner
Buchbinderei
84098 Hohenthann

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Paley, William, / Hauff, Hermann, / Brougham and Vaux, Henry Brougham

Natürliche Theologie

Stuttgart 1837

Ph.pr. 910 c
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10041485-3